
NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 11205 7868



Zeitschrift
für
Luftschiffahrt
und
Physik der Atmosphäre.

Herausgegeben
von dem
Deutschen Vereine zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin
und dem
Flugtechnischen Vereine in Wien.
Zugleich Organ des
Münchener Vereines für Luftschiffahrt.

Redigirt
von
DR. V. KREMSER
Berlin.

XIII. Jahrgang.
1894.

Berlin.
MAYER & MÜLLER.
1894.

Inhalts-Verzeichniss (Namen- und Sachregister)

zum

13. Jahrgange (1894)

der Zeitschrift für Luftschiffahrt und Physik der Atmosphäre.

Seite

Aéronaute, Bull. mens. illustr. de la navigation aérienne. (Referate).
März 1893 25
April 1893 25
Mai 1893 55
Juni 1893 56
Juli 1893 138
August 1893 139
September 1893 139
October 1893 217
November 1893 217
December 1893 217
Januar 1894 304
Februar 1894 306
Aeronautical society of Great-Britain, 23. report of the — 197
Aeronautics.
October, November u. December 1893. (Referat v. Gustav Lilienthal) 167
Januar, Februar, März 1894 (Referat von Müllenhoff) 306
Aérophile, Revue mens. illustr. de l'aéronautique et des sciences, qui s'y rattachent (Referate von Moedebeck).
No. 4. 1893 108
„ 5–12. 1893 195
„ 1 u. 2. 1894 258
„ 3. 1894 337
André: Aenderungen des elektrischen Zustandes in den oberen Schichten bei schönem Wetter (Referat von Börnstein) 23
Assmann: Wissenschaftliche Ergebnisse der ersten Auffahrt des Ballons „M. W.“ am 30. Januar 1891 59
„ Die Auffahrten des Registrir-Ballons „Cirrus“ 171
Atmosphäre. Grundgleichungen für Zustand und Zustandsänderungen in derselben, Schreiber 99
Atmosphère, Congrès de la science de l' —, Kromser 193
Ballon „Ferdinand Carl“, Hoernes 155
Ballon, Glocken —, Moedebeck 19
Ballonbeobachtungen. Bemerkungen über die bei denselben erreichbare Genauigkeit, Sohncke und Finsterwalder 177
Ballonfahrten, wissenschaftliche Nacht —, des Münchner Vereins für Luftschiffahrt am 2. und 8. Juli 1893, Sohncke und Finsterwalder 135
„ wissenschaftliche. in den Monaten April und Mai 1894, vorläufige Mittheilung von Berson 247

Seite

Ballonfahrten, wissenschaftliche, in den Monaten Juni und Juli 1894, vorläufiger Bericht von Berson 269
„ wissenschaftliche, im August 1894, vorläufiger Bericht v. Berson 299
„ siehe auch unter Luftfahrten und Hochfahrten.
Ballonphotographien, Hinterstoisser 160
Barometrische Höhenformel, Schreiber 219
Baschin: Die luftelektrischen Messungen bei der Fahrt des Ballons „Phönix“ am 17. Februar 1894 98
Bergkrankheit, neuere Beobachtungen über dieselbe, Kassner 130
Berichtigungen 55. 135. 251
Berson: Die Fahrt des „Phönix“ vom 12. Januar 1894 16
„ Vorläufiger Bericht über die Fahrt des „Phönix“ am 17. Febr. 1894 97
„ (und Gross): Die Hochfahrt des „Phönix“ am 11. Mai 1894 . . . 199
„ Vorläufige Mittheilung über die Fahrt des „Phönix“ vom 16. März 1894 214
„ Vorläufige Mittheilung über die wissenschaftlichen Ballonfahrten in den Monaten April und Mai 1894 247
„ Vorläufiger Bericht über die wissenschaftlichen Ballonfahrten in den Monaten Juni und Juli 1894 269
„ Vorläufiger Bericht über die wissenschaftlichen Ballonfahrten im August 1894 299
„ Die Hochfahrt des „Phönix“ am 4. December 1894 311
v. Bezold: Ueber die Verarbeitung der bei Ballonfahrten gewonnenen Feuchtigkeitsangaben 1
„ Bemerkungen über den Sitz der luftelektrischen Erscheinungen 188
Blitzschlag in den Fesselballon zu Aldershot am 5. September 1894 276
Börnstein: Elektrische Beobachtungen bei zwei Ballonfahrten 111
Boltzmann: Vortrag über Luftschiffahrt (66. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Wien) 292

Chauveau: Sur la variation diurne de l'électricité atmosphérique observée au voisinage du sommet de la tour Eiffel (Referat von Baschin) . 108
Congrès de la science de l'atmosphère 193

Deutscher Verein zur Förderung der Luftschiffahrt (s. u. Vereinsnachrichten)
Drachenexperimente, Bericht von Lachmann 301
v. Dutczynski, Nachruf von Milla 214

Eiffelthurm, Uebersicht über die bisherigen meteorologischen Beobachtungen auf demselben, und deren Verwerthung, Süring 227
Électricité atmosphérique, Sur la variation diurne de l' , observée au voisinage du sommet de la tour Eiffel, Chauveau 108
Elektrische Zustands-Aenderungen in den oberen Luftschichten bei schönem Wetter, André 23
Elektrische Beobachtungen bei zwei Ballonfahrten, Börnstein 111
Elettricità atmosferica osservata con globi aerostatici, Palmieri 55
Elektrische Beobachtungen s. auch luftelektrische Beobachtungen . . . . .

Fesselballon, Blitzschlag in den — zu Aldershot am 5. September 1894 . . . 276
Feuchtigkeitsangaben, Verarbeitg. d. bei Ballonfahrten gewonnenen, v. Bezold 1
Finsterwalder (und Sohncke), Zwei wissenschaftliche Nachtfahrten des Münchener Vereins für Luftschiffahrt am 2. und 8. Juli 1893 (Referat n. Koebke) 135
„ „ Bemerkungen über die bei Ballonbeobachtungen erreichbare Genauigkeit . . 177

Seite

Flug der Insecten, Jarolimek 9
„ , die Beschaffung der Tragkraft beim dynamischen —, Jacob. 120
„ , Einiges über die physikalische Grundlage desselben, Zorn 40
„ , Zur Frage der Fernkräfte beim dynamischen —, Jarolimek 164

Flugapparate, Allgemeine Gesichtspunkte bei Herstellung und Anwendung derselben, O. Lilienthal 143
„ und Vogelflug, Funcke 206. 235
„ , Wie prüft man dieselben auf ihren heuristischen Werth? Platte 50

Flugmaschine Maxim's, Lilienthal 272
„ , Segelrad-, Wellner 86
„ , Segelrad-, des Professor Wellner, v. Parseval 240

Flugprincip, Erklärung zum Buttenstedt'schen —, Mewes 55
Flugproblem, Ueber Naturnachahmung bei Lösung des —, v. Parseval . 183
Flugtechnik, Bedeutung des Gliederungs-Princips für dieselbe, Jarolimek 33
Flugtechnische Arbeiten Professor Martin's, Lilienthal 53
Flugtechnischer Verein in Wien, s. unter Vereinsnachrichten.
Flugtheorie, alte und neue, Entgegnung von v. Parseval 103

Funcke: Ueber Vogelflug und Flugapparate 206 235
„ Bemerkungen zu dem Referate des Herrn Prmlt. Kiefer, betreffend Flugbewegungen der Vögel 251

Gewitterstudien auf Grund von Ballonfahrten, Sohncke 252
Great-Britain, aëronautical society, 23. report. 197
Gross (und Berson): Die Hochfahrt des „Phönix" am 11. Mai 1894 . . 199
Gross: Nachtrag zum Bücher-Verzeichniss der Bibliothek des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt. Beilage 1—6.
„ Begleitworte dazu 218
„ Die erste Fahrt des „Humboldt". Vorbereitungen und allgemeine Fahrtbeschreibung 279
Gusmão kein Jesuit, Kremser 22

v. Helmholtz, Nachruf von Kremser 255
Hermite'sche Experimente zur Erforschung der höheren atmosphärischen Schichten, Fortsetzung derselben, Kremser 52
Hinterstoisser: Ueber Ballonphotographien 160
Hochfahrt des „Phönix" am 11. Mai 1894, Gross und Berson 199
Hochfahrt des „Phönix" am 4. December 1894, Berson 311
Hoernes: Der Ballon „Ferdinand Carl" 155
Homeister's Luftschiff ohne Ballon 54

Jacob: Die Beschaffung der Tragkraft beim dynamischen Fluge 120
„ Weitere Folgerungen aus den Wägeerscheinungen der schwirrenden Fliege 284
Jacob's „Brummfliegen-Experiment", Bemerkungen dazu, Mohr 245
Jarolimek: Der Insectenflug 9
„ Ueber die Bedeutung des Gliederungs-Princips für die Flugtechnik 33
„ Zur Frage der Fernkräfte beim dynamischen Fluge 164
Inhalts-Verzeichniss der Jahrgänge VI bis X der Zeitschrift für Luftschiffahrt Beilage 1—15.
„ „ „ Begleitworte dazu 22
Insectenflug, Jarolimek 9

Seite
Kassner: Neuere Beobachtungen über die Bergkrankheit 130
Koch: Zur Richtigstellung 216
Kremser: Pater B. L. de Gusmão kein Jesuit 22
„ Fortsetzung der Hermite'schen Experimente zur Erforschung der höheren atmosphärischen Schichten 52
„ Congrès de la science de l'atmosphère 193
„ Hermann von Helmholtz † 255
„ Die erste Fahrt des „Humboldt", meteorologische Ergebnisse . 315
Kundt, August, Nachruf auf 183

Lachmann: Ergänzung zu dem Artikel „Meteorologische Höhenstationen" (im 12. Heft, Jahrgang 1893) 54
„ Neue Drachenexperimente 301

Langley: The internal Work of the wind (Referat von Sprung) 106
„ Innere Arbeit des Windes, Erörterungen hierüber, mitgetheilt von Sprung 133
Lattemann, Tod des Luftschiffer — 194
Less: Ueber die Beziehungen des Potentialgefälles der Luftelektricität zur Höhe 190
Lilienthal: Professor Martin's neuere flugtechnische Arbeiten 53
„ Allgemeine Gesichtspunkte bei Herstellung und Anwendung von Flugapparaten 143
„ Maxim's Flugmaschine 272
„ Wellner's weitere Luftschrauben-Versuche 334
Lüdeling: Amerikanischer Vorschlag zur Verwendung von Lufttorpedos . 337

Luftelektricität, Ueber die Beziehung des Potentialgefälles derselben zur Höhe, Less 190

Luftelektrische Erscheinungen, Bemerkgn. über d. Sitz derselben, v. Bezold 188
Luftelektrische Messungen bei der Fahrt des Ballons „Phönix" am 17. Februar 1894, Baschin 98
Luftelektrische Beobachtungen s. auch elektrische Beobachtungen.
Luftfahrt des „Phönix" am 12. Januar 1894, Berson 16
Luftfahrten, kurze tabellarische Zusammenstellung der bisherigen — des „Humboldt" und „Phönix" 18
Luftfahrt, Ergebnisse der ersten — des Ballons „M. W." am 30. Januar 1891, Assmann 59
„ des „Phönix" vom 17. Februar 1894, Berson 97
„ des Ballons „Ferdinand Carl" am 7. December 1893, Margules . 128
Luftfahrten des Registrirballons „Cirrus", Assmann 171
Luftfahrt des „Phönix" vom 16. März 1894, Vorläufiger Bericht von Berson 214
„ , Erste, des „Humboldt". Vorbereitungen und allgemeine Fahrtbeschreibung, Gross 279
„ Meteorologische Ergebnisse, Kremser 315
Luftfahrten, siehe auch unter Ballonfahrten und Hochfahrten.
Luftschiff ohne Ballon von Homeister 54
Luftschiffahrt, Vortrag hierüber von Boltzmann 292
Luftschifferdienst, Gedanken über denselben, Moedebeck 23
Luftschiffer Lattemann's Tod 194
Luftschrauben, Wellner 277
Luftschrauben-Versuche, Weitere, von Wellner, Lilienthal 334
Lufttorpedos, Amerikanischer Vorschlag zur Verwendung von —, Lüdeling 337
Marey's Modelle fliegender Möwen in Berlin, Müllenhoff 246

—

Seite

Margules: Erste Auffahrt des Ballons „Ferdinand Carl" am 7. Decbr. 1893 . . . 128
Martin's neuere flugtechnische Arbeiten, Lilienthal 53
Maxim's Flugmaschine, Lilienthal 272
Meteorologische Höhenstationen, Ergänzung zu deren Aufzählung i. Jahrg. 1893, Lachmann 54
Meteorologische Ergebnisse der ersten Auffahrt des Ballons „M. W." am 30. Januar 1891, Assmann 59
Meteorologische Beobachtungen auf dem Eiffelthurm, Uebersicht und Verwerthung, Süring 227
Meteorologische Ergebnisse der ersten Fahrt des „Humboldt", Kremser . 315
Mewes. Erklärung zum Buttenstedt'schen Flugprincip 55
Militär-Luftschiffahrt in der Schweiz, Moedebeck 134
„ im Jahre 1893 273
Milla: Ladislaus R. v. Duteczynski † 214
v. Miller-Hauenfels: Nachtrag zu den Gesetzen des Segelfluges . . . 20
Moedebeck: Glockenballons 19
„ Gedanken üb. den Luftschifferdienst (Referat v. Hinterstoisser) 23
„ Die Militär-Luftschiffahrt in der Schweiz 134
Mohr: Bemerkungen zu dem „Brummfliegenexperiment" von Dr. Jacob . . 245
Mont-Blanc, Annales de l'observatoire météorologique du —, publiées sur la direction de J. Vallot 165
Müllenhoff: Ueber das Schweben und Kreisen der Vögel 256
„ Marey's Modelle fliegender Möwen in Berlin 246
Münchener Verein für Luftschiffahrt, s. unter Vereinsnachrichten.

Palmieri: L'Elettricità atmosferica osservata con globi aerostatici (Referat von Börnstein) 55
v. Parseval: Alte und neue Flugtheorie. (Entgegnung) 103
„ Nachtrag zu den Gesetzen des Segelfluges. (Entgegnung) . 132
„ Ueber Naturnachahmung bei Lösung des Flugproblems . . 183
„ Die Segelrad-Flugmaschine des Professor Wellner 240
Patente, Neuere Deutsche Reichs — auf aëronautischem Gebiete 134. 303
Photographien, Ueber Ballon, — Hintertoisser 160
Platte: Wie prüft man Flugapparate auf ihren heuristischen Werth? . . 50
„ Entgegnung auf Zorn's Kritik meiner „Flngtechnischen Betrachtungen" 163
„ Die Hub- oder Ballastschraube 276

Schraube, Die Hub- oder Ballast —, Platte 276
Schreiber: Grundgleichungen für Zustand und Zustandsänderungen in der Atmosphäre 99
„ Die barometrische Höhenformel 249
Segelflug, Nachtrag zu den Gesetzen desselben, v. Miller-Hauenfels . 20
„ „ „ „ „ „ Entgegnung von v. Parseval 132
Segelradflugmaschine, Wellner 86
Sohncke (u. Finsterwalder): Zwei wissenschaftliche Nachtfahrten des Münchener Vereins für Luftschiffahrt am 2. u. 8. Juli 1893 (Referat v. Koebke) 135
„ „ Bemerkungen über die bei Ballonbeobachtungen erreichbare Genauigkeit . 177
„ Gewitterstudien auf Grund von Ballonfahrten (Referat v. Börnstein) 252
Sprung: Erörterungen über Langley's „Innere Arbeit des Windes" . . . 133

Seite

Süring: Uebersicht über die bisherigen meteorologischen Beobachtungen auf dem Eiffelthurm und deren Verwerthung 227

Vallot: Annales de l'observatoire météorologique du Mont-Blanc publiées sous la direction de — (Referat von Kassner) 165

Vereinsnachrichten.

Deutscher Verein zur Förderung der Luftschiffahrt.

Protokoll der Sitzung vom 1. Mai 1893 26
" " " 23. Oktober 1893 29
" " " 27. Novemb. 1893 57
" " " 22. Januar 1894 141
" " " 16. April 1894 308
" " " 28. Mai 1894 310
" " " 18. Juni 1894 339

Nachtrag zum Bücherverzeichniss der Bibliothek von Gross
S. Beilage . . . . S. 1—6
Begleitworte dazu 218

Flugtechnischer Verein in Wien.

Vollversammlung vom 1. December 1893 110
" " 15. December 1893 139
" " 12. Januar 1894 140
" " 9. Februar 1894 197
" " 23. Februar 1894 198
" " 30. März 1894 218
" " 20. April 1894 220

Münchener Verein für Luftschiffahrt.

Versammlung vom 31. October 1893 169

Vögel, Ueber das Schweben und Kreisen der —, Müllenhoff 256

Vogelflug und Flugapparate, Funcke 206 235

Wasserdampf, Tafeln über die Spannkraft desselben, Wiebe 278

Wellner: Die Segelradflugmaschine 86
" Ueber Luftschrauben (Referat von Lilienthal) 277
" Entgegnung auf v. Parseval's Kritik über meine Segelradflugmaschine 298

Wellner's Segelradflugmaschine, v. Parseval 240

Wellner'sches Segelflugrad, Praktische Versuche mit demselben 336

Wiebe: Tafeln über die Spannkraft des Wasserdampfes zwischen 76 und 105.5 Grad (Referat von Kremser) 278

Wind, innere Arbeit desselben, Langley 105

Zeitschrift l'Aéronaute siehe Aéronaute
" Aeronautics " Aeronautics
" l'Aérophile " Aérophile
" für Luftschiffahrt, Inhaltsverzeichniss der Jahrgänge VI—X, Beilage 1—10
" Begleitworte dazu 22

Zorn: Einiges über die physikalische Grundlage des Fluges im Anschluss an die „Flugtechnischen Betrachtungen“ von August Platte . . . 40
" Erklärung auf A. Platte's Entgegnung (s. S. 163) 251

Ueber die Verarbeitung der bei Ballonfahrten gewonnenen Feuchtigkeitsangaben.

Von Wilhelm von Bezold.

Als Maassstab der Luftfeuchtigkeit benutzt man gewöhnlich den Dunstdruck, die absolute und relative Feuchtigkeit.

Die Angabe dieser drei Grössen oder zweier von ihnen genügt auch im Allgemeinen, um den Feuchtigkeitszustand zu charakterisiren. Dies gilt insbesondere, wenn man bestimmte Theile der Atmosphäre ins Auge fasst, sei es, dass man für diese die Feuchtigkeitsverhältnisse in einem gegebenen Augenblick, oder auch den zeitlichen Verlauf derselben darstellen will, also vor Allem bei klimatologischen Untersuchungen.

Anders, wenn es sich darum handelt, eine Luftmenge auf ihrem Wege durch die Atmosphäre zu begleiten und dabei die Aufnahme oder Abgabe von Wasser in den Bereich der Betrachtung zu ziehen.

Zur Behandlung derartiger Aufgaben ist die Kenntniss der genannten Grössen nicht hinreichend, wenigstens nicht unmittelbar, man muss vielmehr aus ihnen noch andere ableiten, wenn man ein richtiges Urtheil gewinnen will.

Nimmt man z. B. an, man habe eine Luftmenge mit bestimmtem, gleichbleibendem Mischungsverhältniss von Wasserdampf und trockener Luft und man wolle die Veränderungen untersuchen, die sie erfährt, wenn sie in der Atmosphäre in die Höhe steigt, so wird sich trotz des constanten Mischungsverhältnisses sowohl der Dunstdruck als auch die absolute Feuchtigkeit im Allgemeinen ändern.

Der offenbar sehr wichtige Umstand, dass bei diesen Vorgängen die Zusammensetzung keine Veränderungen erlitten hat, könnte demnach aus den gewöhnlich benutzten Angaben nicht entnommen werden.

Umgekehrt kann die relative Feuchtigkeit constant bleiben, während in Wahrheit fortgesetzt Wasser ausgeschieden wird, wie dies z. B. der Fall ist, wenn ein aufsteigender Luftstrom die Sättigungsgrenze überschritten hat.

Man war deshalb bei theoretischen Untersuchungen schon längst gezwungen, noch zwei andere Grössen einzuführen, durch deren Benutzung nicht allein solche Untersuchungen erst möglich werden, sondern die auch sonst geeignet sind, einen tieferen Einblick in die Feuchtigkeitsverhältnisse zu gewähren.

Diese Grössen sind einerseits die in der Masseneinheit der Luft enthaltene Dampfmenge, die man passend die „specifische Feuchtigkeit“ nennen

kann*), oder die der Masseneinheit trockener Luft beigemischte Wassermenge d. i. kurzweg das „Mischungsverhältniss.“

Wie wichtig die Kenntniss dieser Grössen bei der Bearbeitung der bei Ballonfahrten gewonnenen Beobachtungszahlen ist, geht aus der einfachen Ueberlegung hervor, dass sie constant bleiben müssen, so lange der Ballon seinen Weg in Begleitung der ihn umgebenden Luft fortsetzt, wie mannigfach auch sonst die Veränderungen sein mögen, welche diese Luft hinsichtlich des Druckes und der Temperatur und damit auch hinsichtlich der absoluten und relativen Feuchtigkeit erleiden mag.

Desgleichen erfahren diese Grössen keine Veränderung, so lange der Ballon innerhalb eines auf- oder absteigenden Stromes bleibt, vorausgesetzt, dass die Sättigungsgrenze nicht überschritten wird, und so lange keine fremde Luft von anderem Wassergehalt beigemischt wird.

Deshalb bietet auch umgekehrt die Änderung dieser Grössen in gewissem Sinne einen Maassstab für die Beimischung fremder Luftmengen, ein Vorgang, dessen Studium von der allergrössten Bedeutung ist.

Dies vorausgeschickt, sollen nun vor Allem die Beziehungen näher betrachtet werden, welche zwischen diesen beiden Grössen und den anderen bestehen, welche man sonst zur Charakterisirung der Feuchtigkeitsverhältnisse zu benutzen pflegt.

Ich führe zu dem Zwecke Buchstaben ein, und zwar sei

e der Dampfdruck in Millimetern Quecksilber;
e' der Maximaldruck bei der Temperatur t;
f die absolute Feuchtigkeit d. i. die Zahl der Gramme Wasserdampf im Kubikmeter;
R die relative Feuchtigkeit;
x die specifische Feuchtigkeit d. i. die Dampfmenge in der Masseneinheit feuchter Luft, ausgedrückt in Bruchtheilen dieser Einheit;
y das Mischungsverhältniss d. i. die Masse des der Masseneinheit trockener Luft beigemischten Dampfes ausgedrückt in Bruchtheilen dieser Einheit;
b der Druck, unter dem das Gemisch steht, in Millimetern Quecksilber;
$b_0 = 760$;
$\alpha = 0{,}00367 = \frac{1}{273}$ der Ausdehnungscoefficient der Luft;
t die Temperatur.

Erinnert man sich ausserdem daran, dass 1 Kubikmeter trockener Luft von 0^0 und unter dem Druck von 760 mm 1293 gr. wiegt, und dass

*) Bekanntlich nennt man in der mechanischen Wärmetheorie den Bruchtheil, der in einem Gemische von gesättigtem Dampf und Wasser dampfförmig ist, die „specifische Dampfmenge.“ Durch Einführung des hier vorgeschlagenen Namens kommt die Analogie der beiden Grössen zum Ausdruck, während andererseits doch einer Verwechselung der verschiedenen Begriffe vorgebeugt ist.

die Dichtigkeit des Wasserdampfes bei gleichem Druck und gleicher Temperatur 0,623 von jener der Luft ist, so gelten die nachstehenden Gleichungen:

$$f = 0{,}623 \,.\, 1293 \,\frac{e}{760}\,\frac{1}{1+\alpha t} = 1{,}060 \,\frac{e}{1+\alpha t} \qquad (1)$$

$$R = 100 \,\frac{e}{e'} \qquad (2)$$

$$x = 0{,}623 \,\frac{e}{b-e} \qquad (3)$$

$$y = \frac{x}{1+x} = 0{,}623 \,\frac{e}{b - 0{,}377\, e}\,. \qquad (4)$$

Da die Grössen x und y stets innerhalb der Hundertel bleiben, so wird man zweckmässiger Weise in vielen Fällen die Werthe mit 1000 multipliciren, d. h. man wird die Zahl der Gramme Dampf angeben, welche im Kilogramm feuchter Luft enthalten, beziehungsweise dem Kilogramm trockener Luft beigemischt sind.

Bezeichnet man die so erhaltenen Werthe durch x_g und y_g, so ist demnach

$$x_g = 623 \,\frac{e}{b-e} \qquad (3^a)$$

und

$$y_g = 623 \,\frac{e}{b - 0{,}377\, e} = 1000 \,\frac{x_g}{1000 + x_g}\,. \qquad (4^a)$$

In den Ueberschriften der später folgenden Tabellen, sowie in den Diagrammen werde ich jedoch der Uebersichtlichkeit wegen den Index g einfach weglassen und unter x und y eben das Tausendfache des durch die Definition gegebenen Werthes verstehen.

Da die Grössen x und y im Allgemeinen ziemlich klein bleiben und kaum jemals den Werth 0,03 überschreiten, meist aber viel kleiner sind, so unterscheiden sie sich nie viel von einander und können sie bei rohen Annäherungen auch kurzweg als gleichwerthig betrachtet werden.

Um nun die Bedeutung der specifischen Feuchtigkeit und des Mischungsverhältnisses in recht klares Licht zu stellen, scheint es zweckmässig, zu untersuchen, wie sich die anderen Grössen bei Festhaltung der erstgenannten ändern können.

Entwickelt man zu dem Zweck e aus Gleichung (3) d. h.

$$e = b\,\frac{x}{x + 0{,}623}$$

und setzt man nun diesen Werth in (1) ein, so erhält man

$$f = 1{,}060 \,\frac{b}{1+\alpha t}\,\frac{x}{x + 0{,}623}$$

Diese Gleichung lehrt, dass bei Festhalten des Druckes aber wechselnder Temperatur die absolute Feuchtigkeit Aenderungen erfährt, auch wenn die Zusammensetzung der Luft die gleiche bleibt.

Am besten übersieht man diese Verhältnisse, wenn man annimmt, dass man das Gemisch aus einem Anfangszustand, für welchen man die zugehörigen Grössen mit dem Index 1 versieht, in einen anderen überführt, für welchen man den Index 2 zur Bezeichnung wählt.

Macht man alsdann die Annahmen

$$x_2 = x_1,\ b_2 = b_1,\ t_2 > t_1$$

so bleibt auch

$$e_2 = e_1$$

dagegen ist

$$f_2 < f_1$$

und

$$R_2 < R_1$$

Denkt man sich dagegen, dass das Volumen unverändert bleibe, so muss nach dem bekannten Mariotte-Gay-Lussac'schen Gesetz die Beziehung bestehen

$$\frac{b_2}{b_1} = \frac{273 + t_2}{273 + t_1}$$

oder

$$\frac{b_2}{1 + \alpha t_2} = \frac{b_1}{1 + \alpha t_1}$$

und dann ist für $x_2 = x_1$ und $t_2 > t_1$

$$f_2 = f_1$$

aber

$$e_2 > e_1$$

und

$$R_2 < R_1$$

d. h. die Erwärmung einer in ein unausdehnbares Gefäss eingeschlossenen Luftmenge von bestimmter unveränderter Zusammensetzung bedingt bei gleichbleibender absoluter Feuchtigkeit ein Steigen des Dampfdruckes und eine Abnahme der relativen Feuchtigkeit.

Dieses Beispiel ist deshalb sehr lehrreich, weil es den Unterschied zwischen Dunstdruck und absoluter Feuchtigkeit recht klar erkennen lässt, während man sonst nicht selten geneigt ist, diese zwei Begriffe als gleichbedeutend zu betrachten.

Der Grund für diese Gleichstellung liegt bekanntlich darin, dass der in Gleichung (1) vorkommende Quotient $\frac{1,060}{1 + \alpha t}$ für $t = 16,38$ der Einheit gleich wird, und innerhalb der Grenzen $t = 10$ und $t = 22$ nicht um mehr als 2 Procent von der Einheit abweicht. Da deshalb bei Benutzung metrischer Maasse die Zahlen für Dunstdruck und absolute Feuchtigkeit gerade bei den häufigst vorkommenden Temperaturen beinahe die gleichen sind, so wird im gewöhnlichen Sprachgebrauch der Unterschied zwischen diesen beiden Begriffen nicht selten ganz übersehen.

Diese Auseinandersetzungen dürften genügen, um die Bedeutung der specifischen Feuchtigkeit und des Mischungsverhältnisses klar erkennen zu lassen.

Ich will die Beispiele nun erweitern und zeigen, wie sich die mittlere Vertheilung des Wasserdampfes in der verticalen Luftsäule unter Benutzung dieser Begriffe darstellt.

Ich knüpfe zu dem Zwecke an die Tabelle an, welche Hann auf S. 175 seiner Klimatologie gegeben hat und ergänze sie durch Hinzufügung verschiedener Columnen, die durch ihre Ueberschriften wohl hinreichend charakterisirt sind.

Hervorheben will ich nur, dass die Werthe des Luftdruckes für die mittlere Temperatur der Luftsäule von 0^0 gelten, also unter der später gemachten Annahme, dass die Temperatur am Erdboden 20^0 betrage, besonders für die Anfangsstufen, nur als Annäherung betrachtet werden dürfen.

Den Dunstdruck in der untersten Luftschicht habe ich zu 10 mm angenommen, was bei einer Temperatur von 20^0 ungefähr den Verhältnissen des wärmsten Sommermonats in unseren Gegenden entspricht.

Hinsichtlich der Temperaturabnahme mit der Höhe habe ich im Wesentlichen die von Glaisher abgeleiteten Zahlen benutzt, wie man sie in der Tabelle findet, welche Sprung in seinem Lehrbuch auf S. 86 mitgetheilt hat.

Dabei will ich jedoch die Bemerkung nicht unterdrücken, dass mir unter diesen Zahlen die für die höheren Schichten angegebenen zu klein erscheinen.

Uebrigens sind bekanntlich die gesammten Grundlagen, auf welchen die nachstehende Zusammenstellung fusst, noch sehr unsichere, da die Temperatur- und Feuchtigkeitsbestimmungen, wie sie bei den früheren Ballonfahrten gewonnen wurden, noch vielfach recht mangelhaft sind, und da die Beobachtungen, auf welche sich die Hann'sche Formel stützt, vorzugsweise von Höhenstationen herrühren, und deshalb nicht schlechtweg auf die Verhältnisse in der freien Atmotphäre übertragen werden dürfen.

Die folgende Tabelle trägt deshalb auch mehr den Charakter eines Rechnungsbeispieles an sich und erhebt keineswegs den Anspruch, die wirkliche mittlere Vertheilung der Feuchtigkeit unter den verschiedenen hier hervorgehobenen Gesichtspunkten in der Atmosphäre wiederzugeben.

Gerade mit Rücksicht auf die rechnerischen Eigenthümlichkeiten habe ich auch mehr Decimalen mitgetheilt, da sich aus so stark abgerundeten Zahlen, wie sie die Hann'sche Tabelle enthält, die Reihen der Werthe von x und f nicht mehr so ableiten lassen, dass sie in sich einen einigermassen regelmässigen Verlauf zeigen.

Dass ich den späteren Decimalen keinen reellen Werth beilege, brauche ich demnach nicht mehr besonders zu betonen.

Jedenfalls giebt die folgende Zusammenstellung ein recht anschauliches Bild von der Art und Weise, wie die verschiedenen Grössen, um die es sich hier handelt, von einander abhängig sind, und erfüllt somit den Zweck, den ich im Auge hatte.

Eine tiefer gehende reelle Bedeutung kann sie erst erhalten, wenn

die gegenwärtig im Gange befindlichen wissenschaftlichen Ballonfahrten ihren Abschluss erreicht haben, und damit die Grundlagen gewonnen sein werden, auf welche man derartige Untersuchungen aufzubauen hat, wenn sie mehr als blos theoretischen Werth besitzen sollen.

Dies vorausgeschickt, lasse ich nun die Tabelle selbst folgen und führe dabei die einzelnen Grössen in der Reihenfolge auf, wie sie sich aus einander ergeben, d. h. zuerst die Höhen und den entsprechenden Luftdruck, dann den Dunstdruck nach der Hann'schen Formel unter der Annahme, dass derselbe am Erdboden 10 mm betrage, darauf die hieraus abgeleiteten Werthe von x und $\frac{10\,x}{x_0}$, wobei x_0 wieder der Werth an der Erdoberfläche ist und zwar in Grammen pro Kilogramm trockener Luft, schliesslich aber die angenommenen Temperaturen und die mit Hülfe derselben berechneten Werthe der absoluten und relativen Feuchtigkeit:

h	b	$\frac{b}{760}$	e	x	$\frac{10\,x}{x_0}$	t	f	R
0	760	1,000	10,00	8,81	10,0	20	9,86	58
1000	672	0,884	7,02	6,57	7,85	13	7,10	63
2000	593	0,780	4,92	5,22	6,28	7	5,09	66
3000	524	0,689	3.46	4,14	4,98	2	3,64	65
4000	462	0,608	2,42	3,21	3,86	— 2	2,60	61
5000	407	0,539	1,70	2,62	3,15	— 6	1,84	58
6000	359	0,472	1,19	2,07	2,50	— 10	1,31	55
7000	316	0,416	0,84	1,66	1,99	— 13	0,93	50
8000	279	0,368	0,59	1,32	1,59	— 15	0,63	41
9000	246	0,316	0,41	1,04	1,26	— 17	0,58	34

Um den Verlauf dieser Zahlen recht anschaulich zu machen, sind die Grössen b, e, x und R in Fig. 1 durch Curven versinnlicht, wobei die Höhen als Ordinaten, die zugehörigen Werthe der genannten Grössen aber als Abscissen benutzt sind.

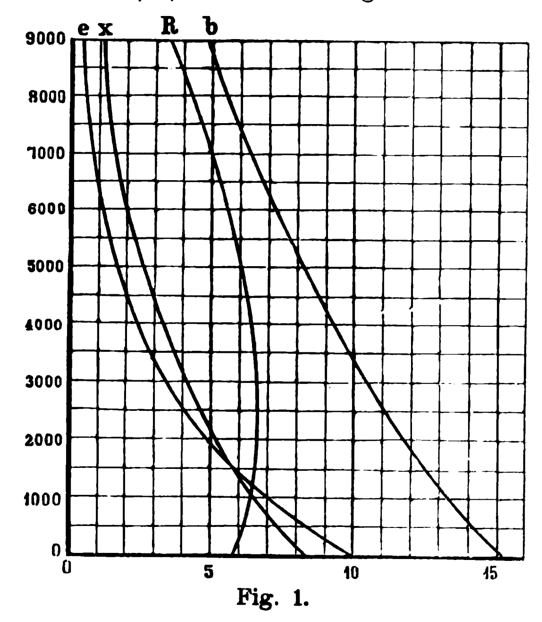


Fig. 1.

Zur Erläuterung dieses Diagrammes mag nur noch hinzugefügt werden, dass die Entfernung zweier benachbarter Verticallinien des Netzes bei Darstellung der Grössen e und x als Einheit gewählt ist, während der gleiche Abstand bei der Curve der relativen Feuchtigkeit = 10, bei jener der Barometerstände = 50 gesetzt ist.

Diese Zahlen, sowie die beigefügte Figur zeigen nun recht

augenfällig, wie die Abnahme der Feuchtigkeit verläuft, sofern man das Mischungsverhältniss in's Auge fasst.

Während der Dunstdruck nach der Hann'schen Formel schon bei einer Höhe von kaum 2000 m auf die Hälfte des an der Erdoberfläche gemessenen reducirt ist, muss man sich auf 3000 m erheben, um das Mischungsverhältniss oder auch die specifische Feuchtigkeit gleich stark vermindert zu sehen. In einer Höhe von 9000 m aber beträgt der Dunstdruck nur mehr $\frac{1}{25}$ von dem der untersten Schicht, das Mischungsverhältniss hingegen $\frac{1}{8}$, die specifische Feuchtigkeit aber etwas mehr als $\frac{1}{9}$ der unten vorhandenen.

Sehr eigenartig stellt sich der Verlauf der relativen Feuchtigkeit dar, indem sie bei 2000 m Höhe ein Maximum erreicht, um von da an zuerst allmählich und dann sehr rasch abzunehmen.

Das Maximum fällt demnach gerade in jene Schicht, in welcher die meisten und wohl auch die dichtesten Wolken aufzutreten pflegen und kann man in diesem Zusammentreffen eine Bestätigung für die richtige Wahl der gemachten Annahmen erblicken.

Man darf jedoch nicht übersehen, dass es nur ganz geringfügiger Aenderungen in dem Verlaufe der Temperaturen bedarf, um die Werthe der relativen Feuchtigkeit und damit den Gang der betreffenden Curve einschneidend zu verändern.

Betrüge z. B. die Temperaturabnahme innerhalb der ersten 6000 m im Mittel 0,62 auf 100 m, statt wie hier für dieses Intervall angenommen, nur 0,5, so würde in 6000 m vollkommene Sättigung erreicht werden, und müssten die Werthe von e für die höheren Stufen den Sättigungswerth übersteigen.

Ich unterlasse es, die sehr interessanten Betrachtungen, die man hieran knüpfen könnte, weiter auszuführen, und wende mich lieber noch einem weiteren Beispiele zu, welches das Verhalten einer ohne Beimischung fremder Luftmengen, sowie ohne Wärmezufuhr oder Wärmeentziehung aufsteigenden Luft zum Gegenstande haben soll.

Ich wähle zu dem Zweck das in Mohn's Grundzügen (3. Auflage S. 178—180) benutzte Beispiel, mit der Abänderung, dass ich einen anderen Anfangszustand annehme, jedoch über die Grösse im Ausgangspunkte so verfüge, dass nach einem Aufsteigen um 1680 m bezw. nach Erreichung der Temperatur 10^0 genau dieselben Verhältnisse obwalten, wie bei dem von Mohn gegebenen Beispiel.

Dies vorausgesetzt, erhält man die nachstehenden zusammengehörigen Werthe:

h	b	e	x	t	R
0	760	11,4	9,5	27⁰	43
1000	675	10,2	9,5	20⁰	58
1680	608	9,1	9,5	10⁰	100
3680	486	4,6	6,0	0⁰	100
7120	312	0,9	1,9	— 20⁰	100

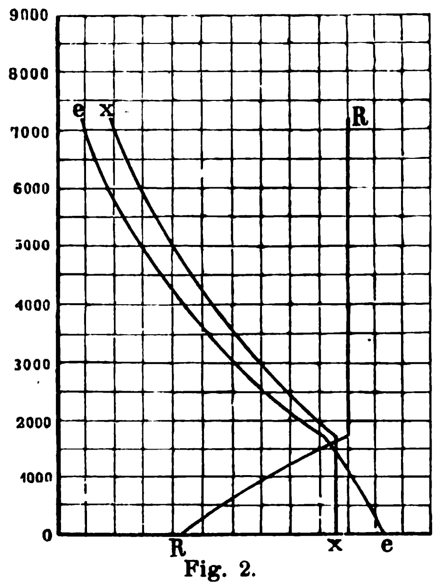


Fig. 2.

Den eigenartigen Verlauf derselben ersieht man aus nebenstehender Fig. 2, die wohl keiner besonderen Erläuterung mehr bedarf.

Dagegen dürfte es gerade durch diese Figur recht klar werden, wie wichtig es ist, bei der Verarbeitung der Feuchtigkeitsangaben aus verschiedenen Höhen neben dem Dunstdruck und der relativen Feuchtigkeit auch noch das Mischungsverhältniss, oder wenn man es vorzieht, die specifische Feuchtigkeit mit in Betracht zu ziehen.

Dies gilt vor Allem, wenn man sich zugleich vor Augen hält, dass die Differenzen von x für eine beliebige Höhenstufe unmittelbar die Wassermengen geben, welche beim Aufsteigen der Luft durch diese Schicht ausgeschieden worden sind.

Man könnte deshalb auch aus dem oben gegebenen Verlauf der Mittelwerthe dieser Grössen auf die Wassermengen schliessen, welche im Durchschnitt in den einzelnen Schichten der Atmosphäre ausgeschieden werden, und daraus im Zusammenhalt mit den an der Erdoberfläche gemessenen Niederschlagsmengen auf die mittlere Intensität des verticalen Luftaustausches.

Abgesehen davon, dass derartige Betrachtungen den Rahmen dieser Abhandlung zu sehr erweitern würden, sind jedoch für eine strengere Ausführung dieses Gedankens zur Zeit die Erfahrungsdaten noch gar zu spärlich und müssen solche Untersuchungen schon deshalb auf später verschoben werden.

Ich hielt es jedoch trotzdem für gut, wenigstens einige Andeutungen nach dieser Richtung hin zu machen, da sie abermals zeigen, wie wichtig eine Vermehrung des Beobachtungsmaterials auch hier wieder ist, und wie gespannt man mit Recht auf die Ergebnisse sein darf, welche man von der Verarbeitung der durch die wissenschaftlichen Ballonfahrten gewonnenen Zahlen zu erwarten hat.

Dass man aus dem Constantbleiben des Mischungsverhältnisses innerhalb einzelner Theile der Atmosphäre mit einem gewissen Rechte den

Schluss ziehen darf, dass in dem betreffenden Stücke keine Mischung verschiedenartiger Luftmengen eintrete, habe ich schon früher hervorgehoben.

Umgekehrt deuten rasche Aenderungen dieses Verhältnisses beim Durchschneiden verschiedener Luftschichten darauf, dass man Luftmengen verschiedenen Ursprungs vor sich habe.

Im Hinblick auf den Umstand, dass das häufige Auftreten der Helmholtz'schen Wogenwolken zu dem Schlusse zwingt, dass sehr häufig Luftschichten von wesentlich verschiedener Temperatur und Feuchtigkeit übereinander hinströmen, gewinnt die Betrachtung des Mischungsverhältnisses erhöhte Bedeutung, da man gerade in dieser Grösse das sicherste Kennzeichen der Schichtenbildung in der Atmosphäre besitzt.

Dies mag genügen, um zu beweisen, wie berechtigt der Wunsch ist, das Mischungsverhältniss bei Bearbeitung der Ergebnisse von Ballonfahrten regelmässig berücksichtigt zu sehen.

Vielleicht dürfte es sich sogar der Mühe lohnen, dasselbe auch bei Untersuchungen über die Feuchtigkeitsverhältnisse an der Erdoberfläche mit in Betracht zu ziehen, da sich die Werthe dieser Grösse bei gleichem Dunstdruck nahezu wie die reciproken Werthe der Barometerstände verhalten, so dass die Feuchtigkeitsvertheilung an der Erdoberfläche bei Benutzung dieses Elementes in manchen Fällen ein ziemlich verschiedenes Bild von jenem geben wird, welches man unmittelbar aus dem Dunstdruck erhält.

Der Insektenflug. *)

Von **A. Jarolimek.**

In dem in Heft 7 und 8 dieser Zeitschrift (1893) erschienenen Vortrage des Herrn von Dutczynski über diesen Gegenstand wird im Widerspruche mit den Ansichten Pettigrew's und Marey's behauptet, dass beim Fluge der Insekten deren Flügel sich nicht in Achtercurven, sondern in der Mantelfläche eines Kegels bewegen, wobei die Flügelfläche während der einen Hälfte des Flügelumlaufs sich zur Flügelbahn normal stellt, also wirksam ist, während der anderen Hälfte der Umdrehung aber mit der Flügelbahn zusammenfällt, also ohne Wirkung bleibt.

Herr von Dutczynski knüpft hieran (S 174) selbst die Frage, auf welche Art sich dann der Flügel bewegt, *ohne sich im Achselgelenke abzudrehen*, bleibt aber die Antwort hierauf leider schuldig. Er sagt einfach: „Der Flügel bewegt sich von *A* an mit der Kante *a* voran längs der ideellen Mantelfläche des Kegels bis *B*, wo sich derselbe plötzlich mit der Breite nach abwärts wendet, also senkrecht zu der ideellen Mantelfläche stellt, und dann so abwärts bis *A* bewegt, wo er sich abermals mit der Schneide *a* nach *vorne* wendet, also die gleiche Stellung

wie beim Beginn des ersten Flügelschlags annimmt. Verfolgt man diese Bewegung, was Herr von Dutczynski unterlassen zu haben scheint, genauer, so findet man, dass der Flügel hinsichtlich seiner Drehung um seine eigene Achse bei der Bewegung von A bis B eine halbe Tour nach rechts vollführt; bei B wird er durch Umlegen in die radiale Stellung um 90° zurückgedreht, ist also in dem Momente, wo er die Weiterbewegung von B nach A antritt, gegenüber seiner Anfangsstellung bei A noch um 90° nach rechts verdreht. Bei der Bewegung von B bis A wachsen nun noch weitere 180° zu, demnach gelangt der Flügel bei A um 3 mal 90° nach rechts verdreht an.

Damit nun derselbe bei A wieder in die Anfangsstellung gelange, kann zweierlei geschehen: Entweder er vollzieht noch eine weitere Vierteldrehung nach rechts, dann hat er bei seinem einmaligen Rundgang auch eine ganze Umdrehung um seine eigene Achse vollbracht; er wird sich bei jedem folgenden Flügelschlage um weitere 360° in derselben Richtung verdrehen und also selbstverständlich in dem Wurzelgelenke bald ganz abdrehen.

Da dies nicht zugelassen werden kann, so bleibt nur übrig anzunehmen, dass der Flügel in A statt einer Viertelumdrehung nach rechts, drei-Viertel-Umdrehungen nach links um seine eigene Achse zurück vollführt, denn nur dann wird er die genau gleiche Lage wie am Anfange seiner Tour, und zwar auch in Beziehung auf den Körper des Insektes wiedererlangen.

Eine etwas ähnliche Bewegung kommt in der Natur zwar wirklich vor, u. z. können wir dieselbe an uns selbst, beispielsweise beim Schwimmen wahrnehmen, wenn wir dabei unsere Arme nahezu in Kreislinien bewegen, doch ist hiebei die Bewegung der Handflächen mehr jener der Schaufeln des Oldham' Rades*) nachgebildet und erfordert also an ihrem Wendepunkte nur eine Rückdrehung von höchstens 180°. Es ist nun aber ganz etwas anderes, die Handfläche bei dem langsamen Schwimmtempo an einem gewissen Punkte um 180° zu wenden, als einen mit etwa 250 Touren pro Sekunde umlaufenden Flügel an einem gewissen Punkte jeder solchen Tour um 90°, und sodann an einem anderen Punkte derselben Tour gar um 270° urplötzlich zu drehen. Nimmt man auch an, dass diese Dreivierteldrehung nicht genau an einem Punkte vollzogen, sondern auf etwa 10 bis 15° der Flügelbahn vertheilt wird, so müsste sie doch in dem 24. Theil einer Tour, also innerhalb der Zeit einer Sechstausendstel Sekunde vollzogen werden! In einer so kurzen Zeit kann nun wohl kein Muskel, also auch nicht der Dutczynski'sche „Verstellmuskel" thatsächlich zur Wirkung gelangen; werden ja doch beispielsweise vom menschlichen Rückenmark zur Erzeugung willkürlicher Muskelcontractionen nicht

*) Siehe meine Abhandlung über die Reconstruction und Anwendung des Oldham-Rades in Dingler's polytech. Journal 1879. Band 229 S. 15.

mehr als etwa 15—20 Reizanstösse in der Sekunde entsendet. Übrigens müsste ja der Flügel die vorausgesetzte Dreiviertelwendung mit einer mindestens doppelt so grossen Geschwindigkeit vollziehen als jene ist, mit welcher er sich im Kreise herumbewegt. Da aber die gedachte Dreiviertelrehung theilweise in derselben Richtung erfolgt, in welcher der Flügel umlauft, so müsste die absolute Flügelgeschwindigkeit während der Wendung stellenweise auf das dreifache anwachsen, so dass diese Wendung an und für sich momentan eine etwa neunmal so grosse Kraftanstrengung beanspruchen würde, als die kreisförmige Flügelbewegung selbst. Das sind alles Voraussetzungen, deren Haltlosigkeit an der Hand liegt und zu denen nicht die mindeste Nöthigung vorliegt, da sich der Insektenflug auf andere Weise viel einfacher und natürlicher erklären lässt.

Herr von Dutczynski glaubt zwar die von Pettigrew und Anderen gegebene Erklärung des Flügelschlages der Insekten als erledigt betrachten zu können und bezeichnet die von jenen beobachtete Achtercurve als ein Zerrbild, bezw. als die Seitenprojection einer verzogenen und verborgenen (!) kreisähnlichen Linie. Er behauptet, dass man die Insektenflügel nur dann richtig arbeiten sieht, wenn man die Thiere in der Freiheit beobachtet, also ihnen keinen Zwang anthut. Dass eine solche Beobachtung sehr schwierig ist, gesteht er selbst zu und so muss er schon Zweifel darüber gestatten, ob auch er richtig gesehen hat.

Ich habe mich bemüht, die von ihm gezeichneten Kegel wahrzunehmen, ohne dass mir dies gelungen wäre; wohl konnte ich aber das Bild des Flügelschlages wiederholt unter Umständen sehen, wo der letztere von dem Willen des Insektes gänzlich unbeeinflusst war!

Ich habe nämlich gefunden, dass wenn man einer eingefangenen Wespe sowohl den Hinterleib als auch den Kopf abschneidet und den Thorax bei den Füssen zwischen die Finger nimmt, die Flügel regelmässig mit dem vollsten Ausschlag zu arbeiten beginnen.

Dies dauert gewöhnlich etwa eine Minute lang, doch beginnen die Flügel nach kurzer Rast wieder, oft noch mehrmals zu arbeiten. Hält man nun einen solchen mit den Flügeln arbeitenden Rumpf gegen einen dunklen Hintergrund, so kann man das Bild des Flügelschlages von allen Seiten mit aller Musse und auf das genaueste betrachten. Man sieht dann die beiden Flügel zwei Kreisausschnitte von je etwa 100° beschreiben, welche oben nur durch einen schmalen Ausschnitt von einander getrennt sind. Von der Seite erscheint die Flügelbahn hingegen ganz schmal und somit kann ich auf Grund dieser meiner Beobachtung nur der Meinung Ausdruck geben, dass der normale Flug der Wespe nur im Sinne Pettigrews, bezw. Marey's, ganz gewiss aber nicht nach der Angabe von Dutczynski's erfolgt.

Ob die Achterschleifen hiebei, dem Willen des Insekts folgend, nicht zuweilen, und vielleicht auch einseitig, voller, also der Kreislinie ähnlicher

werden, konnte ich bisher nicht ermitteln, doch habe ich allen Grund bei der Ansicht zu verharren, dass die Flügel der Wespe unter allen Umständen doch nur mehr oder weniger gestreckte Achtercurven beschreiben.

Bleibe ich hiemit im Recht, so bricht damit natürlich das ganze Gebäude von Dutczynski's zusammen, was übrigens hinsichtlich unseres praktischen Zieles keinen Verlust bedeuten würde. Herr von Dutczynski beantwortet zwar die beiden Fragen, „ob seine Theorie des Insektenfluges technisch verwertbar sei und ob das gedachte Flugprincip günstiger sei als jedes andere," mit einem überaus bündigen Ja, bringt aber zur Unterstützung dieses Ausspruches nicht das mindeste bei, auch lässt der mathematische Theil seiner Ausführungen auf die Beschaffenheit dessen, was er verschweigt, einen nichts weniger als verheissungsvollen Schluss zu.

Um diesfalls nur einiges anzuführen, so setzt er beispielsweise bei der Berechnung des Stirnwiderstandes für den Körper der Hornisse einen Flächen-Reductionscoefficienten von $\zeta = \frac{1}{10}$ ein, der doch in diesem Falle unmöglich zutreffen kann.

Weiters hat die Einführung des Winkels $\alpha = 45^0$ in seiner Rechnung gar keinen Sinn. Er sagt auf S. 179 wörtlich: „Wenn also der Flügel mit voller Fläche gegen die Luft drückt und nur eine halbe Umdrehung macht, so ist dies g l e i c h w e r t i g damit, wenn der Flügel bei einer Stellung von 45^0 eine ganze Umdrehung macht."

Dieser Ausspruch hätte noch einige Berechtigung, wenn es sich um Flügel handeln würde, die in der Mantelfläche eines Cylinders umlaufen, da dann sowohl der Luftwiderstand in der Flügelbahn, ob nach $K_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{v^2 F}{8}$ oder nach $K_2 = \frac{v^2 F}{8} sin^2 \alpha$ berechnet, für $\alpha = 45^0$ wegen $sin^2 \alpha = \frac{1}{2}$ in beiden Fällen gleich und auch der Achsendruck im ersten wie im zweiten Falle (wegen $G_1 = 0$ und $G_2 = \pm \frac{v^2 F}{8} sin\ \alpha \cos \alpha$) durchschnittlich Null wird; bei einem in der Mantelfläche eines Kegels umlaufenden und dabei schräg gestellten Flügel, wo überdies noch die Kegelachse verschiedene Richtungen annimmt und also nach allen drei Richtungen des Raumes verschiedene Kraftcomponenten auftreten, geht es aber absolut nicht an, die Sache in so summarischer Weise abzuthun.

Wenn Herr v. Dutczynski der von ihm angegebenen Flügelbewegung die Wirkung einer Schraube zuschreibt, so beweist das nur, dass er sich über die Grösse und Richtung der dabei in Rechnung kommenden Kräfte nicht klar ist, und wenn er (S. 178) erklärt, die Arbeit des Hubes von jener der Vorwärtsbewegung nicht trennen zu können, vielmehr genöthigt zu sein, die Gesammtarbeit zu berechnen, wobei er aber schliesslich doch die Gesammtwirkung des Flügelschlages als zur Bewältigung des Stirnwiderstandes allein vorhanden in Rechnung stellt, so ist damit seine Art zu rechnen mehr als genügend charakterisirt.

Aber es erscheint auch seine hauptsächlichste, unter anderen Umständen zutreffende Annahme, dass aus der Bewegung der Flügel zugleich ein Antrieb in der Richtung gegen den Körper des Insekts resultirt, bei der von ihm vorausgesetzten Flügelstellung überhaupt hinfällig. In dieser Beziehung werden die folgenden Bemerkungen nicht ohne Interesse sein. Zur Zeit meiner Anwesenheit in Fiume (1858 bis 1861) habe ich häufig gesehn, wie ein Matrose ein Boot, in dem er stand, dadurch rasch vorwärts trieb, indem er sein Ruder rückseits des Bootes ins Wasser tauchte und demselben eine schnelle achterförmige Bewegung, wie sie Pettigrew zeichnet, ertheilte, wobei natürlich die hintere Bootswand dem Ruder den nöthigen Stütz- bezw. Drehpunkt lieh. Ich weiss nicht, ob man von dieser Art des Ruderschlages noch heute Gebrauch macht; es ist aber leicht einzusehn, dass man damit ein Boot je nach der Wendung des an der Rückseite des Bootes wirkenden Ruders ebensowohl nach vorne als nach rückwärts treiben kann. Ist nämlich die jeweilige Vorderkante der schräg gestellten Ruderfläche beim Durchlaufen der Achtercurve gegen oben gewendet, so wird auch der Druck des widerstehenden Wassers gegen das Ruder im allgemeinen nach aufwärts gerichtet sein; da aber der Stützpunkt des Ruders höher liegt als das ins Wasser getauchte Ruderende, so nimmt der auf die Ruderfläche normal wirkende Druck seine Richtung zugleich etwas nach rückwärts und es wird also das Ruder, bezw. das Boot einen Impuls zur rückgängigen Bewegung bekommen. Ist hingegen die Vorderkante des schräg gestellten Ruders nach abwärts gewendet, so wirkt der Druck des Wassers umgekehrt nach unten und zugleich nach vorn und das Boot läuft dann vorwärts.

Denkt man sich nun eine solche Bewegung von einem Flügel in der Luft vollzogen und setzt noch voraus, dass dieser Flügel unter allen Umständen einen Auftrieb gewinnen, also dessen Vorderkante stets nach aufwärts gewendet sein soll. so sieht man ohne weiteres ein, dass der Flügel bezw. das Insekt durch die Erhebung der Flügelenden über die Stützlinie der Flügel einen von den Flügelenden nach den Flügelwurzeln, also nach innen gerichteten Antrieb, durch die Senkung der Flügel unter die Stützlinie aber einen nach aussen gerichteten Zug erleidet und dass das Thier also den Vorwärtsflug im Raume sowohl a) durch Hebung unter gleichzeitigem Zurückschieben, als auch b) durch Senkung unter gleichzeitigem Vorschieben der arbeitenden Flügel zu gewinnen vermag, und eben so auch den Rückwärtsflug auf zweierlei Art bewerkstelligen kann, wobei allerdings die sub b) angeführte Flugmethode die meist benützte sein wird.*)

---

*) Damit der gewünschte Vor- bezw. Rücktrieb während des ganzen Flügelschlages wirksam werde, ist nur eine genügende Hebung oder Senkung der Flügel nothwendig. Bezeichnet man den Flügelneigungswinkel mit α, den halben Schlagwinkel im Horizonte mit β und den Hebungs- oder Senkungswinkel des Flügels gegen den Horizont mit γ, so soll sein $\frac{tang\, \gamma}{cos\, \gamma} \overline{\gtrless} tang\, \alpha\ tang\, \beta$.

Bei der von Dutczynski vorausgesetzten Flugart liegen aber die Verhältnisse nicht im entferntesten so günstig.

Er behauptet zwar, (S. 170) „dass die vom Flügel gefangene und durch dessen Arbeit comprimirte Luft in der Richtung der Kegelachse hinausgeworfen wird und dass demnach diese Achse zugleich die Richtung der aus der Flügelaction resultirenden Kraft repräsentirt, mit welcher die Luft auf den Körper drückt."

Nun liegt die Sache im Gegentheil so, dass bei der kreisförmigen Bewegung der radial gestellten Flügel ein Druck in der Richtung der Achse überhaupt nicht entstehen kann.

Würden sich die radial gestellten Flügel ununterbrochen im Kreise drehen, so würde hiebei vielmehr, wie bei jedem Contrifugal-Ventilator, die Luft von innen nach aussen strömen, dadurch innerhalb des Kegels ein luftverdünnter Raum entstehen und somit der Druck auf den Körper des Insekts eher negativ werden. Das Ansaugen eines Lichtes in der Richtung der Kegelachse, welches Herr von Dutczynski experimentell nachgewiesen haben will, wäre dann allerdings erklärt, doch würde es das gerade Gegentheil von dem beweisen, was es beweisen soll. Es kann aber billig bezweifelt werden, dass er das Kunststück, das in einem solchen Experimente liegt, wirklich geleistet hat; dasselbe hätte auch, immer seine Flugart vorausgesetzt, ein ganz anderes Resultat zur Folge haben müssen, da ja die von ihm an zwei Punkten des Umlaufs vorausgesetzte plötzliche Wendung der Flügel derartige Luftwirbel verursachen müsste, dass eine solche regelmässige Druckwirkung, wie er sie annimmt, auch aus dieser Ursache ausgeschlossen wäre.

Damit fallen aber auch alle weiteren Deductionen Herrn von Dutczynski's gänzlich auseinander.

Was dann seine noch ins Dunkel gehüllte neue Schraubenconstruction betrifft, so entzieht sich diese natürlich jeder Beurtheilung und Herr Hauptmann Hoernes war im vollsten Rechte, wenn er das Verlangen Herrn von Dutczynski's, die Kriegsverwaltung möge zu seinen Versuchen Geld hergeben, mit dem Bemerken zurückwies, dass derlei in den Schleier des Geheimnisses gehüllte Projecte nicht auf guten Glauben hin acceptirt werden können.

Da Herr von Dutczynski auch eine neue Schiffsschraube erfunden zu haben angiebt, so möchte ich nur nebenher bemerken, dass wenn ja irgend ein Schiffspropeller die heutige Schraube übertreffen sollte, dies meiner Meinung nach nur von einem Stosspropeller zu erwarten ist.*)

Schliesslich mögen mir noch einige Worte über den anatomischen Theil des Dutczynski'schen Vortrages gestattet sein.

Da dort die Achtercurve als schwerfällig bezeichnet wird, so möchte

*) Näheres hierüber siehe in meinem Aufsatze „Das Rundschiff". Dinglers polyt. Journal 1883, Band 248, S. 45.

ich doch zeigen, wie leicht und natürlich dieselbe aus dem Zusammenspiel zweier unter einem rechten Winkel gegen einander gerichteten Muskelpartien, wie diese in dem Thorax der Wespe wirklich vorhanden sind, hervorgeht. Bekanntlich beruhen die schreibenden Telegraphen, und zwar Gray's neuer Teleautograph nicht minder wie der zuerst von Cowper angegebene derlei Apparat (telepraphic pen) und später Robertson's Copirtelegraph, auf der Zerlegung der Schreibbewegung nach den beiden Richtungen eines rechtwinkligen Coordinatensystems und auf der Wiederherstellung derselben Schreibbewegung in der Empfangsstation aus den dorthin telegraphisch übertragenen zwei Componentalbewegungen.

In ähnlicher Weise kann man sich bei den Insektenflügeln die Bewegung in einer Achtercurve durch die Vermittlung zweier in einem Winkel von 90^0 gegen einander gerichteten Muskelstränge entstanden denken. Die einfachste Erwägung führt zu dem Schlusse, dass die Erzeugung einer solchen Achterbewegung nichts anderes voraussetzt, als dass ein an der Flügelwurzel oder auch an dem diese einschliessenden Thoraxtheile befestigter Muskelstrang in der einen Richtung abwechselnd sich contrahirt und wieder streckt, also gewissermassen longitudinale Schwingungen vollzieht, und dass hiebei durch einen anderen der Quere nach wirkenden und doppelt so schnell schwingenden Muskelstrang seitliche Abweichungen von der geraden Schwingungsrichtung veranlasst werden, deren grösster Ausschlag nahe an die Wendepunkte der Längsschwingung fällt. Ich spreche hier mit Vorbedacht von Schwingungen, weil ich mir nicht vorstellen kann, dass die ganze so überaus rasch verlaufende Flügelbewegung auf direkter Muskelwirkung beruhen sollte. Es ist viel leichter möglich, dass die bezüglichen Muskeln mit elastischen Strängen in Zusammenhang stehen, wie z. B. im menschlichen Gehörapparat die Nervenenden mit elastischen Anhängen verbunden sind, und dass diese elastischen Stränge wie die Pfeiler des Corti'schen Organs auf eine bestimmte Schwingungszahl abgestimmt sind, wobei sie von den eigentlichen Muskeln immer erst nach je einer bestimmten Anzahl von Schwingungen die zur Aufrechterhaltung ihrer schwingenden Bewegung nöthigen Impulse bekommen. Bedenkt man, dass der thierische Muskel beim Tetanus circa 15 bis 20 Reizanstösse in der Sekunde empfängt, so wird man nicht sehr fehlen, wenn man auch beim Insektenflügel die Zahl der eigentlichen Muskelzuckungen mit nur höhstens 20 per Sekunde annimmt. Da aber der Flügel pro Sekunde circa 250 Schläge vollbringt, so bleibt nur zu schliessen übrig, dass die den Flügel in der Längsrichtung bewegenden elastischen Stränge höchstens nach jeder 12 ten, die der Quere nach angreifenden kurzen und doppelt so rasch schwingenden Stränge aber erst nach jeder 25 ten Schwingung einen neuerlichen Impuls von den Muskeln empfangen.

Es ist hier aber ganz wohl auch der Fall möglich, dass schon die die Flügelwurzeln einschliessenden Chitinplatten, aus denen sich der Thorax

zusammensetzt, die Eigenschaft besitzen, gleich der häutigen Spiralplatte in der Schnecke des menschlichen Gehörorgans oder auch gleich der in einem Chitinring ausgespannten Gehör-Membran der Insekten in regelmässige Schwingungen zu gerathen und dass dann diese schwingenden Platten ihre Bewegungsimpulse von den Muskeln unmittelbar empfangen. Jedenfalls würde sich in dieser Weise die Aufgabe der von Dutczynski besprochenen Dorsal- und Dorsalventralmuskeln in sehr einfacher Weise erklären. Die Wendung des Flügels am Ende eines jeden Ausschlages erfolgt aber zweifellos durch den Luftwiderstand selbst, dessen Wirkung hiebei durch die natürliche Elasticität bezw. Widerstandskraft des Flügels entsprechend begrenzt wird. Wenn Herr von Dutczynski diese doppelseitige und deshalb ökonomische Benützung des Flügels für schwer denkbar bezeichnet, so kann dies nichts an der Sache ändern; unter allen Umständen erscheint es am allerwenigsten denkbar, dass die Steuerung solcher innerhalb der minimalsten Bruchtheile einer Sekunde sich abspielenden Bewegungen eine andere als eine völlig selbstthätige sein könnte.

Kleinere Mittheilungen.

Die Fahrt des „Phönix" vom 12. Januar 1894.*) Nachdem im December zwei Fahrten stattgefunden, bei denen die Mitnahme besonderer Apparate eine stärkere Bemannung (3 Personen) und Belastung des Korbes erfordert hatte und hierbei die Erreichung grösserer Höhen von vornherein nicht geplant gewesen, wurde beschlossen, das neue Jahr mit einer Fahrt zu zweien bei Beschränkung auf die nothwendigen Instrumente zu beginnen, um auf alle Fälle wieder 4000—5000 Meter zu erreichen.

Am 12. Januar $9^1/_4$ Uhr früh stieg der Phönix an der gewöhnlichen Stelle in Charlottenburg bei absolut wolkenlosem Himmel und ziemlich böigem SO-Winde auf, welch letzterer die Abfahrt zu einer nicht ganz leichten gestaltete. Rasch wurden die ersten 1000 Meter erstiegen — dabei hatten die beiden Insassen der Gondel, Prltnt. Gross und der Unterzeichnete, alsbald nach Verlassen der Erde die Empfindung, in einen Backofen versetzt worden zu sein, was sich durch die weiter unten berührten meteorologischen Verhältnisse erklärt Schon in wenigen hundert Metern Höhe drehte der Wind nach rechts und behielt wider Erwarten und bisherige Erfahrung nun von da an constant dieselbe Richtung, etwa S 20° E, bis zur grössten Höhe. Bald war Neu-Brandenburg überflogen; zahllose gefrorene Seen

---

*) Ueber die vom deutschen Vereine zur Förderung der Luftschiffahrt veranstalteten wissenschaftlichen Ballonfahrten, zu welchen Se. Majestät der Kaiser die nöthigen Mittel bewilligt hat, soll fortan in Kürze unmittelbar nach jeder Fahrt berichtet werden. Das Wissenswertheste der meisten früheren Fahrten ist in den Protokollen des Vereins enthalten. Auch wird in der hier angeschlossenen Zusammenstellung (S. 18) eine gedrängte Uebersicht über die bisherigen Fahrten gegeben. — Die Veröffentlichung der ausführlicheren wissenschaftlichen Fahrtbearbeitungen soll demnächst an dieser Stelle ihren Anfang nehmen. D. Red.

unter uns, allen voran der grösste norddeutsche Binnensee, die Müritz, die jedoch merkwürdig klein erschien, bezeichneten die meklenburgische Platte, in der Ferne erschien schon die Ostsee. Eine kurze Berathung folgte: Richtung und sonstige Bedingungen erschienen günstig, wir erwogen die Möglichkeit, die Ostsee an ihrer schmalsten Stelle zu überfliegen und auf den dänischen Inseln, Falster, evtl. Seeland, zu landen. Aber unsere Geschwindigkeit betrug nur 40 Kil. pro Stunde und bei der Kürze des Wintertages hätte ein Abschwenken des Windes um wenige Grade, um einen einzigen Kompassstrich nach rechts genügt, um uns nach hereingebrochener Nacht über dem offenen Meere zwischen Seeland und Südschweden in eine recht prekäre Lage zu versetzen. So mussten wir zu unserem grössten Leidwesen den auch wissenschaftlich höchst interessanten Plan aufgeben und stiegen nun rasch, da das Meer immer näher kam, höher. Sack nach Sack flog über Bord und kurz nach 1 Uhr erreichte der Phönix mit 5015 Meter seine grösste Höhe. Der geschwundene Ballastvorrath und die grosse Nähe der Küste forderten gebieterisch das Heruntergehen. Die ganze Ostsee von Fehmarn bis hin an die Bornholmer Gewässer sowie die Küstenlinien von Laaland, Falster und Möen mit den dazwischenliegenden Meeresstrassen waren aus dieser grossen Erhebung prachtvoll sichtbar, wie eine Landkarte lag ganz Rügen rechts von uns und im fernsten Nordosten verrieth eine weisslichere Färbung des Horizontes den Verlauf von Schwedens Südküste. Rasch wurde der Phönix von 5000 bis auf 800 Meter heruntergebracht, wobei zum ersten Male eine Drehung und zwar noch mehr nach rechts eintrat; noch musste die Bahn Rostock—Stralsund und ein Waldcomplex überflogen werden, noch gab es einen kurzen Kampf zwischen dem Ballon, der nicht herunter wollte und seinem Führer, der herunter musste, und nach flotter, doch kurzer und leichter Schleiffahrt über die glatte Schneefläche lag der Phönix entseelt auf der Erde, ca. 4 Kilometer von dem gefrorenen Saaler Bodden, einer breiten Haffbildung der Ostsee.

Als hochinteressant stellten sich schon bei der ersten Sichtung die Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen heraus. Ueber dieselben wird seiner Zeit an dieser Stelle Näheres mitgetheilt werden; vorläufig nur soviel, dass sich (wie schon früher bemerkt) zunächst eine ganz immense Zunahme der Temperatur nach oben ergab nämlich von — 6,0 auf der Erde auf + 10,0° in 700 m Höhe! Also um volle 16°! oder ca. $2^1/_3$° pro 100 m; am stärksten in den untersten 200—300 Metern. Von hier an sank das Thermometer ziemlich gleichmässig bis rund 2500 m Höhe, wo erst die 0° Isotherme (im Januar!) erreicht wurde, dann bis 4300 m um weitere 10 Grad bis — 10° in demselben Verhältniss von 1° auf 180 m, also durchaus nicht schnell: erst zwischen hier und 5000 u. (— 15,3°) ergab sich eine schnellere Abnahme näml. 1° auf rund 130 m. Es war also bis in sehr grosse Höhen hinauf die ganze Luftsäule abnorm hoch temperirt und nur direkt über dem Erdboden machte sich infolge des wolkenlosen Himmels die Ausstrahlung in so hohem Grade geltend. Dieser Umstand und die ungemeine Trockenheit der ganzen Luftschicht (wieder mit Ausnahme der unteren Boden-Nebel), in der die relative Feuchtigkeit durchaus kaum wenige Procente betrug, ja bis beinahe auf Null sank, deutet auf dynamische Entstehung der Wärme durch den absteigenden Luftstrom in der Anticyclone, an deren Rande wir uns befanden (das Maximum lag mit über 780 mitten über Central-Russland, bei uns betrug der Luftdruck noch ca. 770 mm im Meeresniveau). Inwiefern an der Erwärmung auch die südliche Herkunft des bis zu grossen Höhen in Richtung und Geschwindigkeit ganz ungewöhnlich constanten athmosphärischen Stromes theil hat, muss einer näheren Untersuchung vorbehalten bleiben.

Berson.

Kurze tabellarische Zusammenstellung der bisherigen Fahrten des „Humboldt" und „Phönix."

Ballon „Humboldt", 2500 cbm.

Datum.	Zeit der Abfahrt.	Zeit der Landung.	Landungsort.	Fahrt-Länge.	Maximal-Höhe.	Theilnehmer.
1893				Kilo	m	
1. III	10^{a} 24	4^{p} 40	Wussow, bei Naugard in Pommern.	200	4317	Gross, Assmann, Kremser.
14. III	11^{a} 31	3^{p} 18	Boruchowo bei Rogasen (Posen).	250	6105	Gross, Berson.
28. III	9^{a} 31	6^{p} 33	Hermannsdorf bei Annaberg i. Erzgeb.	275	3596	Gross, Süring, Berson.
7. IV	9^{a} 26	6^{p} 00	Kronach in Oberfranken.	320	5215	Gross, Köbke, Berson.
19. IV	10^{a} $5^{1}/_{2}$	5^{p} 35	Beschen bei Muskau i. N.-Lausitz.	150	4565	Gross, Baschin, Berson.
26. IV	4^{a} 51	3^{p} 50	Kloster Heinrichau b. Münsterberg i. Schlesien.	370	4263	Gross, Süring, Berson.

Ballon „Humboldt" explodierte und verbrannte nach der Landung; es trat eine Pause von $2^{1}/_{2}$ Monaten ein — worauf die Fahrten mit dem neu hergestellten

Ballon „Phönix", 2600 cbm.

fortgesetzt wurden.

Datum.	Zeit der Abfahrt.	Zeit der Landung.	Landungsort.	Fahrt-Länge.	Maximal-Höhe.	Theilnehmer.
1893				Kilo	m	
14/15. VII	10^{p} 32	7^{a} 32	Pielitz, zwischen Bautzen und Löbau.	185	1930	Gross, Berson.
25. VII	4^{a} 6	11^{a} 13	Am Thurmberg b. Danzig.	390	4210	Gross, Berson.
18. VIII	9^{a} 21	7^{p} 15	Creba i. d. N.-Lausitz.	185	3790	Gross, Börnstein, Berson.
1/2. IX	11^{p} 28	9^{a} 22	Garki b. Ostrowo i. Posen	325	3330	Gross, Berson.
29. IX	7^{a} 54	4^{p} 11	Borntuchen bei Bütow (Hinterpommern).	350	3950	Gross, Börnstein, Berson.
19. X	9^{a} 18	3^{p} 26	Sichrow b. Reichenberg (Böhmen).	240	6050	Gross, Berson.
10. XI	5^{a} 35	4^{p} 17	Lauenförde b. Beverungen a. Weser (Westfalen).	300	4100	Gross, Berson.
2. XII	12^{p} 46	4^{p} 36	Alt Schönau b. Goldberg (N.-Schles.).	255	3330	Gross, Süring, Berson.
15. XII	8^{a} 21	3^{p} 44	Gr. Tinz b. Liegnitz.	275	3210	Gross, Köbke, Berson.
1894						
12. I	9^{a} 15	2^{p} 17	Bartelshagen b. Dammgarten a. d. Ostsee.	205	5015	Gross, Berson.

Die verschiedenen erreichten Höhen erklären sich dadurch, dass einige Fahrten Nachtfahrten waren, mehrere wegen der Nähe des Meeres oder der russischen Grenze einen vorzeitigen Abschluss fanden, bei einigen aber von Anfang specielle andere Zwecke, nicht die Erreichung möglichst grosser Höhen, beabsichtigt waren.

Glockenballons. Der Ersatz von Zerreissleinen sowie die Vermeidung jeder Möglichkeit einer elektrischen Entzündung des Füllgases bei der Landung sucht Herr Rodeck in Hamburg durch Einführung einer ganz neuen Ballontype, für die keine bezeichnendere Benennung wie obenstehende zu finden war, zu erreichen. Es ist drastisch und deutlich ausgedrückt ein Ballon in Form einer Käseglocke, dessen grosse untere Oeffnung für die Füllung und Fahrt auf besonders angegebene Art derart zusammengelegt oder geschnürt wird, dass nur ein kleines Loch unten verbleibt. Beim Landen wird die Glocke wieder geöffnet und gleichzeitig die Oeffnung nach oben gekippt, sodass nun mit einem Male das Füllgas zum Ausfluss gelangen kann. Das Kippen der Glocke bewerkstelligt Herr Rodeck, indem er einen sehr starken Knebel an Stelle des Ballonringes setzt, die Auslaufleinen des Netzes in zwei Theile theilt und an jedem Knebelende eine Hälfte befestigt. An dem einen Knebelende befindet sich auch die Befestigung des Ankertaues. Am anderen Ende sind die Auslaufleinen des Ballonnetzes vom Korb aus durch eine nicht näher beschriebene Zugvorrichtung plötzlich frei zu machen.

Beides, Oeffnen der Glocke und Freimachen der einen Netzhälfte muss kurz hintereinander erfolgen, sobald der Anker furcht und der Ballon auf den Boden aufsetzt.

Gegen die Idee lässt sich bezüglich ihrer Durchführbarkeit kaum etwas einwenden Eine derartige Landung muss, wenn die Auslösungs-Vorrichtungen richtig functioniren, glatt, schnell und gefahrlos von statten gehen Die Schwierigkeiten liegen in der Construction der Einrichtungen, welche das Charakteristische der neuen Type bilden. Das Zusammenfalten der weiten Oeffnung zu einem kleinen Füllloch sind Probleme, die sich in solchem Maassstabe nur praktisch finden lassen. Das Zusammenschnüren in der von Herrn Rodeck gedachten allgemein üblichen Weise dürfte wegen der starken Reibung der Schnüre in den Löchern bezw. im Saum der erforderlichen schnellen Oeffnung der Glocke hinderlich werden. Solche Aufgaben lassen sich aber durch Fleiss, Nachdenken und Probiren lösen, sie thun der Möglichkeit der Ausführung des Ganzen keinen Abbruch, denn in diesen technischen Details führen sehr viele Wege nach Rom, und so dürfen wir auch nicht bezweifeln, dass Herr Rodeck, wenn das eine nicht den Erwartungen entspricht, einen Ausweg finden wird.

Die Vortheile, welche die Rodeck'sche Glockentype bildet, muss man darin suchen, dass der Ballon bei der Landung nicht verletzt zu werden braucht. Man wird dagegen anführen, dass auch bei der verbesserten Reissleine, wie der Phönix sie besitzt, eine Verletzung der Hülle nicht eintritt. Das ist nur bedingt richtig, weil doch bei dieser Vorrichtung vor jeder neuen Fahrt eine Reparatur durch Neuaufkleben des Stoffes auf das umsäumte Loch stattfinden muss. Da das Loch aber gross ist, gebraucht man hierzu eine ziemliche Masse aufgelösten Gummi, der das Ueberkleben sehr vertheuert. Es bleibt ferner in Betracht zu ziehen, dass bei Firnissballons die Einrichtung mit dem aufgeklebten Gummistreifen ausgeschlossen ist, weil der Gummi den gefirnissten Stoff zersetzt. Die Type Rodeck ersetzt für gummirte und gefirnisste Ballons jede Reissvorrichtung.

Ein Nachtheil des Glockenballons liegt in dem Gewichts-Zuwachs, den die Hülle durch die Falten des unteren Theils erhält Der daraus sich ergebende Mehraufwand für Stoffkosten wird indess dadurch wieder ausgeglichen, dass ein Entleerungs-Ventil fortfällt.

Die Type wird ausserdem für Fallschirmkünstler Werth erlangen, denn es erscheint nichts verlockender, als die Glocke hoch in der Luft zu öffnen und in dieser Weise zu landen Allerdings würde sich zu solchem Zwecke eine gute Ver-

bindung des Ballonstoffes mit dem Netz empfehlen, damit bei den Pendelungen die Schirmform sicher erhalten bleibt und kein Unfall sich ereignen kann.

Moedebeck.

Nachtrag zu den Gesetzen des Segelfluges*). Herr v. Parseval hat in den Schlussworten seiner angeblichen Kritik**) meiner im Titel benannten Arbeit mich als einen Mann bezeichnet, welcher durch pomphafte Rechnungen Irrthümer in die geheiligten Räume der Wissenschaft einzuschleppen strebt. Solche gegen die Person eines Autors gerichtete Angriffe pflegen aber im wissenschaftlichen Meinungsaustausche sonst nicht vorzukommen, weil man sie nicht nur aus Höflichkeitsrücksichten, sondern auch in der Absicht vermeidet, um in den Lesern nicht den Glauben zu wecken, man suche durch solche nicht mit wissenschaftlicher Waffe geführte Vorstösse die Hinfälligkeit der eigenen Argumente zu maskiren. Gleichwohl ersuche ich den Leser, auch dieser meiner Erwiderung seine Aufmerksamkeit nicht entziehen zu wollen, weil ich mich durch dieselbe in seinen Augen vollständig zu rehabilitiren hoffe — was mir Herr v. Parseval wieder einmal recht leicht gemacht hat.

Vor allem möchte ich mich gegen den sogenannten „Pomp" meiner Rechnungen verwahren, welcher wahrscheinlich darin bestehen soll, dass einige Integrationszeichen in denselben vorkommen. Es mag sein, dass diese auf einige minder Eingeweihte den Eindruck einer Art Runenschrift üben; für den wirklichen Mathematiker dagegen sind sie nur ein bequemes Summirungszeichen, ungefähr wie der Querstrich, welchen die Köchin unter die Beträge ihrer eingekauften Marktartikel zieht wenn sie dieselben addiren will. — Und wie hätte ich denn ohne Gebrauch der Analysis vorgehen sollen, nachdem ich mir doch die Aufgabe gestellt hatte, die Gesetze des Segelfluges in denkbar allgemeinster Form und in Uebereinstimmung mit der Wahrnehmung zu erforschen?

Schon im Jahre 1890 griff mich Herr v. P. in ähnlicher Weise an, und es gelang mir damals, ihm in diesen Blättern (Heft 10, S 230) ad oculos zu beweisen dass er seine eigenen Formeln nicht recht lesen könne, weil seine damaligen Behauptungen mit denselben in Widerspruch standen; heute werde ich mir die Freiheit nehmen, dem Leser zu beweisen, dass er auch für die Beurtheilung fremder mathematischer Arbeiten nicht der richtige Mann sei.

Zuerst behauptet derselbe in seiner Entgegnung, dass ich behufs Ermittlung der Flugrichtung beim geradlinigen Segelfluge das Geschwindigkeits- statt des Kräfteparallelogrammes hätte benutzen sollen, und er bezeichnet diesen Vorgang als die „wesentlichste Unrichtigkeit". Herr v. P. weiss also nicht, dass bei der gleichförmigen Bewegung — und um eine solche handelt es sich hier — beide Parallelogramme für die Masseneinheit geometrisch ähnliche Figuren bilden, und es also im vorliegenden Falle vollkommen gleichgiltig sei, welches von beiden man für die Ermittlung der Bewegungsrichtung benützen wolle.

Weiter sagt Herr v. P., dass bei dieser Flugart eigentlich $A - Q = 0$ und auch $B = 0$ hätte gesetzt werden sollen. $A - Q$ bedeutet aber in der in Rede stehenden Abhandlung den restlichen Luftdruck auf den Segler von unten, und B drückt die horizontalen Flugwiderstände aus.

Wir verdanken somit der Rechenkunst des Herrn v. P. die Entdeckung einer ganz neuen, bisher ungeahnten Flugart ohne Ueberdruck und ohne Flugwiderstände, und ständen somit plötzlich am Endziel unserer mühevollen und langdauernden Bestrebungen; denn was könnten wir Besseres thun, als eine solche Flugweise

*) Vergl. S. 131 und S. 188 des vorigen Jahrgangs dieser Zeitschrift.
**) S. S. 248 des vorig. Jhrgs. dieser Zeitschrift.

nachzuahmen, welche dem Dahinschweben des Erlkönigs gliche, und in Ermanglung von Flugwiderständen niemals an Geschwindigkeit einbüssen könnte?

Nun habe ich schon so viel geschrieben und stehe erst beim vierten Satze der Kritik (?) Herrn v. P.'s! Die Beleuchtung der sehr merkwürdigen Rechnungen, welche Herr v. P. auf den vorerwähnten thönernen Füssen aufbaut, würde etwa noch drei Seiten beanspruchen. Wozu auch das? Herrn v. P. würde ich nach dem Selbstbewusstsein, mit welchem er auftrat und mich zu belehren suchte, zu urtheilen, kaum eine andere Ueberzeugung beibringen können, den Leser aber sehr ermüden, und dabei Gefahr laufen, dass derselbe diese meine Entgegnung nicht zu Ende läse, was mir deshalb sehr leid thäte, weil der letztere Theil derselben zugleich der interessantere ist. Wahrscheinlich dürfte aber der Leser schon die bisher erbrachten Proben für genügend erachten, um sich über den eigentlichen Werth des Ganzen annähernd ein Urtheil zu bilden.

Als alter Mann pflege ich selbstverständlich meine Worte reiflich zu überlegen; das Wenigste aber, was ich nach erbrachten Beweisen auf Herrn v. P.'s Angriff erwidern kann, besteht in den Worten, dass er noch nicht ausreichende Kenntnisse besitze, um als Kritiker meiner Arbeiten über den Segelflug ernst genommen werden zu können, und dass er daher besser thäte, dieses Geschäft gereifteren Männern mit noch gediegeneren Kenntnissen und auch grösserer Bescheidenheit zu überlassen, zwei Eigenschaften, welche gewöhnlich Hand in Hand zu gehen pflegen.

Nun noch einige Worte über Herrn v. P. Wellenflugtheorie, welche derselbe an Stelle der meinigen gesetzt zu sehen wünscht.

Der Segler hält beim Niederfluge innerhalb der Welle die Flügel nach abwärts, um durch den unteren Luftdruck einen Vortrieb, folglich Arbeit, aus der Luft zu gewinnen. Herrn v. P. „Theorie" nimmt aber statt dessen das gerade Gegentheil nämlich einen Arbeitsverlust an. Ferner gedenkt sie nicht im Geringsten des Steuer- und des bedeutenden Stirnwiderstandes, und endlich nimmt Herr v. P., um seine Rechnung zu vereinfachen, nicht etwa zwei Durchschnittswinkel für die Flügel, einen für den Nieder- und einen für den Aufflug, sondern — horribile dictu — einen einzigen für die ganze Welle an.

Es sind dies bloss einige Haupteinwürfe, der Einwürfe zweiter Ordnung gar nicht zu gedenken.

Ich und mit mir viele Andere hielten bisher eine zutreffende Theorie des Segelfluges für eines der schwierigsten Probleme der Aviatik. Herr v. P. ist aber ganz entgegengesetzter Ansicht. Er liefert für diese Flugart eine „Theorie", die er selbst „überaus einfach" nennt. Ich kann ihm in dem letzten Punkte gar nicht widersprechen, aber ich werde hierbei unwillkürlich an einen andern Erklärer erinnert, dessen Vorgehen den vorliegenden Fall mir sehr treffend zu illustrieren scheint, daher der Leser gestatten möge, seiner in Kürze zu gedenken. Ich war einst in einem Dorfwirthshause Ohrenzeuge, wie ein Gebirgsländer einem grossen Zuhörerkreise die Wunder Wiens, darunter auch die Gasbeleuchtung, erklärte. In Schönbrunn (beim Gasometer), sprach er, wird ein riesiges Feuer gemacht, und durch eiserne Röhren nach Wien geleitet, wo es bei einer grossen Zahl kleiner Löcher herausbrennt. Nun hatte die Zuhörerschaft eine überaus einfache Theorie und war mit derselben auch überaus zufrieden! —

Die Worte, welche ich hier niederschrieb, bitte ich den Leser nur als eine nothgedrungene Abwehr gegen Herrn v. P. zu betrachten, der meine Position zu erstürmen und mich aus derselben hinauszuwerfen gedachte. Sie sollen aber demselben in keiner anderen Weise nahetreten, denn ich ehre wissenschaftliches Streben bei Jedermann, und Herr v. Parseval macht hierbei keine Ausnahme. Ich werde daher seinem Streben, sofern dabei meine Person aus dem Spiele bleibt, nichts in

den Weg legen, und gönne ihm neidlos auf allen Gebieten die besten Erfolge. Mich aber möge er dafür fortan in Ruhe lassen und nicht in die Stille meiner Studirstube beständig von aussen Steine werfen. Es wird dies für uns beide gut sein: für mich, weil ich den Frieden liebe, für ihn aber, weil er das Unglück hat, hierbei beständig die Fensteröffnung zu verfehlen und seine schlechtgezielten Projectile von der Mauer auf sich selbst zurückfliegen zu sehen.

Professor A. R. v. Miller-Hauenfels.

Pater B. L. de Gusmão kein Jesuit. Im vorigen Jahrgange dieser Zeitschrift hat Herr Moedebeck die Verdienste des Jesuitenpaters Gusmans um die Luftschiffahrt an der Hand vieler glaubwürdiger Documente dargelegt und insbesondere es sehr wahrscheinlich gemacht, dass derselbe zu Anfang des achtzehnten Jahrhunderts, also lange vor Montgolfier, den Luftballon erfunden hat. Da Gusman unstreitig in der Geschichte der Luftschiffahrt eine hervorragende Persönlichkeit ist, nehmen wir gern von einer Mittheilung in den „Stimmen aus Maria-Laach" (Bd. XLV, S. 537--539) Notiz, in welcher dargethan wird, dass derselbe dem Jesuitenorden nicht angehört habe. Gegen die Bezeichnung Jesuitenpater wird Folgendes angeführt:

Bereits im Jahre 1868 hat P. Sommervogel S J., der Herausgeber der neuen Ausgabe der Bibliothèque des Écrivains de la Compagnie des Jésus, sie in einer französischen Zeitschrift als irrig erwiesen. Im Anschluss an die biographischen Wörterbücher von Feller, Michaud, an die Geschichte der Gesellschaft Jesu von Crétineau-Joly und vielleicht noch andere Werke hatte auch jene Zeitschrift Gusman als Jesuiten bezeichnet. Demgegenüber wies nun der genannte ausgezeichnete Kenner der Jesuitenlitteratur darauf hin, dass Innocencio Francisco da Silva in seinem Diccionario bibliographico Portuguez (Lisboa 1858—1862, 7 voll. in 8⁰) auf Grund sorgfältiger Nachforschungen bezeuge, Bartholomeu Lourenço de Gusmão habe dem Weltclerus angehört und sei zu keiner Zeit seines Lebens Mitglied der Gesellschaft Jesu gewesen. Diesen positiven Angaben fügte P. Sommervogel zwei negative, aber für unsere Frage nicht unwichtige Zeugnisse bei: das des P. Ant. Franco S. J. und das der Patres de Backer S. J. Ersterer erwähnt in seiner Geschichte der portugiesischen Ordenzprovinz (Synopsis annalium Societatis Jesu in Lusitania ab anno 1540 ad annum 1725. Augustae Vindelicorum et Graecii 1726, Fol.) an keiner Stelle den Namen des Erfinders des Luftballons, während er sonst auch über geringfügige Sachen berichtet. Auch in der von den Patres de Backer herausgegebenen Bibliothèque des Écrivains de la Compagnie de Jésus sucht man denselben vergebens.

Den vorstehenden Gründen können wir noch einen anderen beifügen, welcher für sich allein schon durchschlagend wäre. Eingezogenen Erkundigungen zufolge findet sich nämlich in keinem der Jahreskataloge, welche die Mitglieder der portugiesischen und der brasilianischen Ordensprovinz während der Jahre 1700—1724 (Gusman starb 1724) enthalten, der Name Barth. Lour. de Gusmão; ebenso fehlt er in der Liste der im Jahre 1724 verstorbenen Mitglieder.

Dass Gusman auch in zeitgenössischen Berichten „Pater" genannt wird, darf nicht wundernehmen, da er in Brasilien geboren war und erst gegen 1709 nach Portugal kam; in Brasilien wurden nämlich und werden noch jetzt auch die Mitglieder des Weltclerus durchweg mit diesem Namen bezeichnet. Kr.

Inhalts-Verzeichniss der Jahrgänge VI bis X. Durch freundliche Mühwaltung des Herrn Professor Müllenhoff sind wir in den Stand gesetzt, den Mitgliedern des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt mit dem vorliegenden Hefte ein vollständiges Inhalts-Verzeichniss*) der Jahrgänge VI bis X der Zeitschrift für

*) Im Buchhandel ist das Inhalts-Verzeichniss zum Preise von 40 Pfg. erhältlich.

Luftschiffahrt übergeben zu können. Die Anordnung desselben entspricht genau derjenigen, welche Herr Müllenhoff bei Anfertigung des i. J. 1887 der Zeitschrift beigelegten Registers der ersten fünf Jahrgänge zu Grunde gelegt hat, und bedarf daher keiner weiteren Erläuterung. Es ist damit nun ein vorzügliches Hülfsmittel vorhanden, sich nicht nur über den Inhalt unserer Zeitschrift, sondern wohl auch über alle wichtigeren aëronautischen und verwandten Arbeiten und Erscheinungen während des Decenniums 1882/91 leicht und sicher zu informiren.

Wir verfehlen nicht, Herrn Professor Müllenhoff für die bewiesene Umsicht, Sorgfalt und Mühe auch an dieser Stelle im Namen der Sache besten Dank zu sagen. D. Red.

Litterarische Besprechungen.

Moedebeck: Gedanken über den Luftschifferdienst. Archiv für die Artillerie- und Ingenieur-Officiere des Deutschen Reichsheeres. — August u. Septemberheft 18'3. —

Vorstehende Abhandlung zeigt in erster Linie, mit welcher Lust und Liebe der Verfasser, der sich nebenbei gesagt rühmen kann, das beste Handbuch der Luftschiffahrt herausgegeben zu haben, an der Aëronautik, speciell an der Militär-Aëronautik hängt.

Die nächste Folge ist wohl die, dass diese Veröffentlichung alle anderen Schöpfungen ähnlichen Genre's bei weitem überragt; und dass dieselbe für den Militär-Luftschiffer und für alle, die sich hierfür interessieren, unentbehrlich erscheint. Es ist für den praktischen Dienst thatsächlich von sehr grossem Nutzen, weil darin die Anhaltspunkte darüber zu finden sind, was man thun und lassen soll, um eine Luftschiffertruppe feldmässig und kriegstüchtig ausbilden zu können. Kein Wort ist zu viel und alles knapp zusammengezogen; der Aëronaut wird auch Manches zwischen den Zeilen finden, besonders wenn letzterer sich nicht mit einem flüchtigen Lesen begnügt sondern ab und zu wiederholt nachblättert, skizzirt und die Sache selbst erprobt.

Was alles für den militärischen Luftschiffer zu wissen von Nutzen sein könnte in allen Lagen des Feld- und Festungskrieges, ist kurz angedeutet, besonders ausführlich wird Capitel V: „Das Freifahren" behandelt. Dasselbe verräth sofort den Meister der kunstgerechten Ballonführung und fast scheint es uns, als ob dieses Thema auf Kosten des Abschnittes: „Die Fesselfahrten" etwas breiter ausgearbeitet sei. Doch kann dies durchaus nicht getadelt werden, ist ja darin ein wahrer Schatz für jeden Aëronauten enthalten, und auch der Laie wird dem Vortrage folgen können.

Zum Schlusse möchten wir noch dem Wunsche Ausdruck geben, die Abhandlung möge der Luftschiffahrt ein Heer neuer Freunde und Gönner bringen, die alten werden darin eine angenehme und lehrreiche Lectüre finden.

Hinterstoisser, Oberlieutenant.

Ch. André. Aenderungen des elektrischen Zustandes in den oberen Luftschichten bei schönem Wetter. Comptes rendus. **117**, 729—732. 1893.

Nachdem wir im Maiheft des vorigen Jahres über luftelektrische Messungen berichteten, die Herr Tuma während einer Luftfahrt ausführte, können wir heute die Schilderung zweier zu gleichem Zweck von Herrn G. L. Cadet unternommenen Fahrten folgen lassen, deren Einzelheiten Herr Ch. André am 27. November 1893 der französischen Akademie mitgetheilt hat. Es wurden zur Messung der luftelektrischen Spannung Wassercollectoren benutzt, nämlich zwei isolirt an den

entgegengesetzten Ecken des Ballonkorbes befestigte Gefässe, von welchen Kautschukschläuche herabhingen. Die unteren Schlauchenden hatten Ausflussöffnungen von 0,2 mm Weite und man konnte durch verstellbare Hähne an den Gefässen den Ausfluss nach Belieben regeln und unterbrechen. Durch geeignete Vorrichtungen vermochte man die Länge der Schläuche zwischen 20 und 25 m zu verändern und dem mit der Höhe wechselnden Werth des elektrischen Potentialgefälles anzupassen. Während diese veränderliche Länge der Schläuche ohne Zweifel eine höchst werthvolle Eigenschaft des Apparates darstellt, durfte die Anwendung von Kautschukschläuchen nicht ganz unbedenklich sein. Erstens kann Kautschuk leicht durch unbeabsichtigte Berührung und Reibung selbst elektrisch werden und die Beobachtungen stören. Im Laboratorium bringt man solche unerwünschte Ladung zum Verschwinden, indem man den betreffenden Gegenstand rasch durch eine Flamme zieht. In der Gondel verbietet sich diese Massregel aber aus naheliegenden Gründen. Ein zweiter Uebelstand des Schlauches besteht in dem leicht eintretenden Verstopfen, wie es auch bei Herrn L. Cadet's Beobachtungen mehrfach geschah. Man vermeidet diese Schwierigkeiten, wenn man, wie Herr Tuma, dünne Stricke benutzt, an deren äusserer Fläche das Wasser herabfliesst, um vom untern Ende frei in die Luft zu strömen. Dabei haben nach Erfahrung des Referenten geklöppelte Schnüre den Vorzug, beim Herabhängen nicht in Drehungen zu gerathen.

Während nun die beiden unteren Schlauchenden in verschiedenen Höhen unter den Ballon sich befanden und durch das ausströmende Wasser auf diejenigen elektrischen Spannungen geladen wurden, welche in jenen Höhen stattfanden, theilten diese Ladungen sich einem Exnerschen Elektrometer mit, welches in der Gondel angebracht war, und dessen Knopf resp. Gehäuse durch Drähte mit den beiden Wassergefässen verbunden waren. Die Divergenz seiner Blättchen zeigte den Spannungsunterschied zwischen Blättchen und Gehäuse, zugleich also auch denjenigen zwischen den beiden Stellen an, in welchen die unteren Schlauchenden sich befanden. So konnte man die verticale Vertheilung der luftelektrischen Spannung messen.

Die beiden Fahrten, welche am 1. und 9. August 1893 unternommen wurden, fanden derartig statt, dass man in verschiedenen Höhenlagen den Ballon ins Gleichgewicht brachte und jedesmal eine Reihe von 8 bis 12 elektrischen Messungen vornahm. Diese Beobachtungen wurden einmal bis 1300, ein zweites Mal bis 2520 m Höhe fortgesetzt. Beim Herabsteigen scheint nicht beobachtet zu sein. Die von Herrn André mitgetheilten Mittelwerthe der Messungsreihen zeigen nun eine ganz andere Vertheilung der Luftelektricität, als Herr Tuma beobachtet hat. Dieser nämlich fand in 410 m Höhe den Spannungsunterschied, welcher auf 1 m Höhendifferenz kam, zu + 370 Volt, und sah den Werth dauernd wachsen bis zu + 647 Volt in der von ihm erreichten Maximalhöhe von 1900 m. Herr L. Cadet dagegen mass am 1. August um 7 Uhr 48 Minuten früh in 615 m Höhe + 75 Volt, dann um 8 Uhr 14 Minuten nur + 35 Volt auf 1 m, und hierauf keine wesentliche Aenderung, sondern Schwankungen zwischen + 26 und + 38 Voltmeter bis zu 1800 m Höhe, worauf der Abstieg begann. Den Unterschied der beiden ersten Messungsreihen glaubt Herr André dem um 8 Uhr 0 Minuten bewirkten Herablassen des Ankertaus zuschreiben zu müssen.

Noch deutlicher sprechen die Ergebnisse der zweiten Fahrt vom 9. August. Diesmal war das Ankertau schon vor der ersten Messungsreihe herabgelassen. Man fand in 830 m Höhe ein Potentialgefälle von + 43 Voltmeter und bis 1745 m allmählige aber nicht ganz regelmässige Abnahme auf + 34 Voltmeter. Hierauf geschah es, dass das Ankertau von dem ausfliessenden Wasser getroffen und benetzt wurde. Daraus schliesst Herr André auf eine veränderte Beeinflussung der elektrischen Apparate durch die Ladung des Ballons und hält die folgenden

Messungen für wenig sicher. Dieselben zeigten dauerndes Sinken des Potentialgefälles bis zu 16 Voltmeter in 2520 m Höhe. Dabei fand diese Fahrt bei ruhigerer Luft statt, als die erste, man hatte nur Cirren und Cirrocumuli beobachtet, während am 1. August viele Cumuli gesehen worden waren. Herr André entnimmt aus den gemachten Wahrnehmungen die Vermuthung, dass bei schönem Wetter das elektrische Feld in verticaler Richtung nahezu constant wird, hält aber die Bestätigung durch weitere Beobachtungen für sehr wünschenswerth.

Dem Referenten sei hinzuzufügen gestattet, dass die eben beschriebenen Messungen trefflich überstimmen mit denjenigen, welche unsererseits bei den Auffahrten des Ballon Phönix am 18. August und 29. September 1893 gewonnen wurden. Nach unserer Schätzung betrug das Potentialgefälle zwischen 3000 und 4000 m Höhe nicht über 15 Voltmeter, und Herr Le Cadet hat in 2520 m Höhe 16 Voltmeter gemessen. R. Börnstein.

L'aéronaute. Bulletin mensuel illustré de la navigation aérienne. Fondé et dirigé par Hurean de Villeneuve. Paris **1893. Nr. 3. März.**

Ueber die Temperatur-Abnahme mit der Höhe von Alfred Angot. A. bespricht diesbezügliche Untersuchungen, die in den Jahren 1890 und 1891 am Eiffelthurm in 123 m, 197 m und 302 m Höhe angestellt wurden. Es ergab sich für die Nacht eine Temperaturzunahme bis zu bestimmter Höhe, dann weiter aufwärts eine Abnahme. Bei Tage nahm die Temperatur stets nach oben hin ab.

Die relative Bewegung bei dem Widerstande eines Fluidums von P. E. Touche. Verfasser weist auf Grund einer Arbeit des Generals Duchemin aus dem Jahre 1828 darauf hin, dass im Wasser die Widerstände bei Bewegung des Wassers grössere sind als bei Bewegung des Körpers im Wasser und wie diese Unterschiede aber abnehmen, je kleiner der Werth wird, den das Grössen-Verhältniss des Durchmessers zur Länge des Körpers darstellt.

Antwort auf die Bemerkungen des Oberstlieutenant Touche zu dem Artikel: Verbesserung der Luftschrauben von Dr. Amans.

Bemerkungen über Schrauben mit geneigter Achse von Emile Veyrin von Bretonnière.

Französische Luftschiffahrts-Gesellschaft: Sitzung vom 5. Januar und 19. Januar.

L'Aéronaute. 1893. Nr. 4. April.

Ein Artikel: „Versuche mit Flugapparaten" von Edmund Henry behandelt die in England von Maxim und die in Australien von Hargrave angestellten Versuche mit Flugmaschinen.

Im ersteren Falle wird ein Brief Hiram I. Maxim's an General-Secretär Fréd. W. Breary der Aeronautical Society of Great Britain wiedergegeben, wonach derselbe mit seinem Drachenflieger im Februar einen gelungenen (?) Flugversuch gemacht haben will. Der Apparat soll eine Geschwindigkeit von 12 m pro Sekunde erreicht haben und 2720 kg (?!), bei heftigem Wind sogar 2945 kg getragen haben. Beim Landen soll die ganze Flugmaschine zerstört worden sein. Der Flieger von Lawrence Hargrave ist nur im Kleinen zur Ausführung gekommen. Er besteht, wie alle diese Maschinchen, aus zwei auf- und niederschlagenden Flügeln, die an einem Mittelstab befestigt sind und entweder durch comprimirte Luft oder durch eine kleine Dampfmaschine (System Serpollet) in Bewegung gesetzt werden.

Die Höhe der Wolken. Besprechung der Studien Tardy's über Höhenmessung von Wolken vermittelst zweier photographischer Stationen, die telephonisch unter einander verbunden sind.

Französische Luftschiffahrts-Gesellschaft. Sitzung vom 2. Februar und 16. Februar. Labrousse macht den Vorschlag, den 4. internationalen Luftschiffer-Congress

während der Ausstellung zu Paris im Jahre 1900 abzuhalten. Frion bespricht eingehend die nächtliche Fahrt des Hauptmann Hörnes von Wien nach Posen. — Es wird von mehreren Mitgliedern beantragt, die Theilnehmer der Ecole d'application théorique et pratique d'aérostation „La francaise“ als Mitglieder der Société française de navigation aérienne aufzunehmen. Die letztere Gesellschaft würde hierdurch sich mit einer praktische Ziele verfolgenden Vereinigung verbinden, was für die Weiterentwickelung beider nicht ohne Folgen bleiben wird. M.

Vereinsnachrichten.

Protokoll der 4. (141.) Sitzung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt vom 1. Mai 1893.

Beginn der Sitzung 7¾ Uhr.

Vorsitzender: Prof. Dr. Assmann. Schriftführer: Berson.

Nach Erledigung einiger geschäftlichen Angelegenheiten und Anmeldung der Herren

Dr. Hofmann, Dresden, Johann Georgen-Allee 23.
und H. Studti, Chemnitz, Bismarkstrasse 1.
zur Mitgliedschaft,

erhält das Wort Herr Premierlieutenant Gross, welcher einen zusammenfassenden Bericht über die 3., 4., 5. und 6. Fahrt des Ballons „Humboldt,“ sowie die nach der letzten Fahrt eingetretene Explosions-Katastrophe giebt.

III. Fahrt am 28. März 1893.

Bei etwas böigem sonst aber gutem, klarem Wetter stieg der Humboldt um 9³⁰ Uhr Vorm. auf mit den Herren Dr. Süring und Berson ausser mir. Der schlecht abgewogene Ballon wurde durch einen plötzlichen Windstoss, noch ehe ich es hindern konnte gegen die Esse des Maschinenhauses der Technischen Reichs-Anstalt geworfen und riss sich an dem Blitzableiter desselben in seinem unteren Theile ein etwa 3 m grosses Loch Es gelang durch energisches Ballastauswerfen den Ballon sofort flott zu machen, ehe noch eine Katastrophe eintreten konnte. Das Loch war für die Fahrt selbst, da im untersten Theile desselben befindlich, nur insofern von Einfluss, als wir es nicht wagen durften durch rapides Ansteigen Spannungen im Ballon entstehen zu lassen, die dies Loch hätten nach oben hin erweitern können. Während man in Berlin in grosser Besorgniss um unser Schicksal war, fuhren wir ruhig und sicher über das Häusermeer der Stadt in südöstlicher Richtung, wobei zahlreiche photographische Aufnahmen gelangen. Über der Stadt Lübben in 2000 m Höhe schwenkte der Ballon mehr nach S., schliesslich in 3000 m Höhe angekommen nach S.W., überflog das Königreich Sachsen und erreichte nach 9 stündiger Fahrt das Erzgebirge bei Annaberg. Des Sonnenuntergangs wegen wurde die Landung noch vor der Böhmischen Grenze, in sehr ruhiger und sicherer Weise bewerkstelligt. Ausser zahlreichen werthvollen Beobachtungen der Temperatur und Feuchtigkeit der Luft wurden auch Luftproben aus den verschiedenen Höhen mit zur Erde gebracht.

Dauer der Fahrt 9 Stunden 2 Minuten, Länge derselben 276 Kilom., durchschnittliche Geschwindigkeit pro Sec. 8,5 m, Maximalhöhe 3608 m, Ballastverbrauch 36 Sack, Maximaltemperatur + 6,5° C., Minimaltemperatur — 10° C.

IV. Fahrt am 7. April 1893.

Der Humboldt stieg in Gegenwart Sr. Hoheit des Prinzen Albert v. Sachsen-Altenburg und dessen Gemahlin um 9²⁶ Uhr Vorm. bei prachtvoll klarem Wetter mit den Herren Dr. Koebke, Berson und mir auf, seinen Kurs über Berlin direct

nach S. nehmend. In 2000 m Höhe schwenkte der Ballon immer mehr nach S.W., überflog die Elbe unweit Torgau, hierauf den nördlichen Zipfel des Königreichs Sachsen und schwebte unserer Vorhersage entsprechend in 4500 m Höhe senkrecht über Altenburg, dem wir einen Gruss des Prinzen herabsandten. Kurz nach 4 Uhr culminirte der Ballon in 5215 m Höhe vor dem Frankenwalde. Jenseits desselben in der Ebene der Zuflüsse des Mains gelang dicht vor dem Bayerischen Städtchen Kronach die Landung in sehr glatter Weise.

Dauer der Fahrt 8 Stunden 34 Min., Länge derselben 322 Klm., durchschnittliche Geschwindigkeit 10,4 m pro Sec., Maximalhöhe 5215 m, Ballastverbrauch 38 Sack, Maximaltemperatur + 13.5° C. Minimaltemperatur — 19° C.

V. Fahrt am 19. April 1893.

Nachdem der am 14. April bereits in der Schöneberger Gasanstalt gefüllte Ballon des böigen Wetters halber wieder entleert werden musste, wobei derselbe einige Verletzungen namentlich am Netz erlitt, gelang die Auffahrt am 19. in Charlottenburg. Um 10⁵ Uhr Vorm. stieg der Humboldt bei Windstille und klarem Himmel mit den Herren Baschin, Berson und mir zunächst fast senkrecht auf 1000 m und nahm seinen Curs anfänglich nach N. Da wir aus dem Zuge der Piloten wussten, dass höher entgegengesetzter Wind wehe, so stiegen wir schnell noch um 1000 m, wobei der Ballon in einer Schleife umkehrte und nach fast 2 stündiger Fahrt seine Auffahrtsstelle kreuzte. Gleichzeitig flog tief unter uns ein Militär-Ballon in entgegengesetzter Richtung. Der Oberwind war sehr schwach aber constant, er trieb den Ballon an der Görlitzer Bahn entlang über Lübben auf Cottbus zu. Hier durchschnitten wir in 4500 m Höhe eine Eisnadel-Wolke. Der Ballast ging zu Ende, der Ballon fiel sehr ruhig über dem grossen Muskauer Forste, den wir noch zu überfliegen hofften. Indessen trafen wir in 2000 m Höhe wieder Windstille und noch tiefer den entgegengesetzten Wind an, der uns auf den Forst zurückwarf. Wir landeten auf einer Waldblösse mitten im Forste sehr ruhig und glatt um 5½ Uhr Nachm. unweit Alt Döbern.

Dauer der Fahrt 7 Std. 30 Min. Länge derselben 152 Klm. Maximalhöhe 4565 m. Durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit 5,6 m pro Sec. Ballastverbrauch 21 grosse Sack. Maximal-Temperatur + 14° C. Minimal-Temperatur — 16° C.

VI. Fahrt am 26. April.

Der „Humboldt" stieg gleichzeitig mit der aufgehenden Sonne 4⁵¹ Uhr Morgens mit Herrn Dr. Süring, Herrn Berson und mir. Die Piloten, welche während der Nacht mit Lampions abgelassen wurden, zeigten in grosser Höhe wieder eine Windumkehr. Bei dieser Fahrt wurde zum ersten Male der Sauerstoff-Athmungs-Apparat mitgeführt zu seiner Erprobung.

Der Ballon nahm zunächst nordöstlichen Curs bis Bernau, von wo aus bereits die Ostsee sichtbar wurde. Von hier ab schwenkte er in 1200 m Höhe angekommen nach O., später nach SO. ab eine grosse Spirale beschreibend. Die Windgeschwindigkeit nahm mit zunehmender Höhe stark zu, sie stieg von 2,3 successive bis auf 14 m pro Sec. Der Ballon passirte immer höher hinaufgetrieben Forst, Bunzlau und zog nun parallel den schlesischen Grenzgebirgen, deren schneebedeckte Kuppen prachtvoll erglänzten. In 4200 m Höhe wurde wieder Eisnadelfall beobachtet. Ueber Goldberg, Jauer, Striegau, Schweidnitz zog der Ballon weiter auf Neisse zu, wo ich zu landen beschloss, nachdem wir 4260 m Höhe erreicht hatten. Die Landung gelang trotz des kräftigen Windes glatt und gefahrlos unweit Münsterberg vor dem Kloster Heinrichau um 3⁵⁰ Uhr Nachm. Der Ballon war bereits fast völlig entleert mit Hülfe der zahlreich herbeigestürmten Menschen, als plötzlich in dem Momente, wo ich das Ventil berührte, eine furchtbare Explosion erfolgte. Wir wurden durch

den Luftdruck zu Boden geschleudert, gleichzeitig fuhr der ganze Ballon als eine mächtige Feuergarbe in die Höhe über unsere Köpfe hinweg. Hülle und Netz waren vollständig verbrannt. Schwere Verletzungen von Menschen waren nicht vorgekommen, nur geringe Brandwunden hatten wir fast alle erlitten*).

Dauer der Fahrt 10 Std. 59 Min., Länge derselben 867 Klm. Maximalhöhe 4266 m, Durchschnittliche Geschwindigkeit pro Sec. 9,3 m, Ballastverbrauch 24 Sack.

Im Anschlusse daran berichten Dr. Süring und Dr. Koebke über einige wissenschaftliche Ergebnisse der betreffenden Fahrten.

Zunächst besprach Dr. Süring die dritte und sechste Fahrt des Ballons „Humboldt." (28. März und 26. April 1893.)

Beide Fahrten, deren Dauer 9 bezw. 11 Stunden betrug, fanden bei ausserordentlich gleichmässiger Luftdruck- und Temperaturvertheilung statt, so dass der Vergleich der Beobachtungen in der Höhe mit denen am Erdboden keine Schwierigkeiten bot. Nach einem allgemeinen Ueberblicke über den Witterungsverlauf an diesen Tagen wurden die bei der ersten der genannten Fahrten beobachteten Feuchtigkeitsverhältnisse eingehender geschildert. Dieselben waren sehr wechselnde, obgleich der tägliche Gang der relativen Feuchtigkeit am Erdboden durchaus normal verlief und, abgesehen von leichtem Dunst in der Nähe der Erde und vereinzelten Cirro-Straten keine Wolken angetroffen wurden. Es wurden zwei feuchte Luftschichten unter 1000 und über 3000 m, zwei sehr trockene Schichten zwischen 1000 und 1700 m und zwischen 2300 und 3000 m gefunden, dazwischen eine Schicht von mittlerem Feuchtigkeitsgehalt. Aehnliche, wenn auch nicht so extreme Verhältnisse zeigten sich bei der Fahrt vom 26. April. Letztere Fahrt war ausserdem durch die rasche Temperaturzunahme bis zu 700 m interessant; in 900 m Höhe war die Temperatur gleich derjenigen an der Erdoberfläche. Die unregelmässige Temperaturvertheilung erklärt sich zum Theil durch den am folgenden Tage eintretenden Witterungsumschlag.

Darauf gab Herr Dr. Koebke eine kurze Uebersicht über die bei der 4. Fahrt des Humboldt (7. April) gemachten meteorologischen Beobachtungen. Bei derselben betrug die Temperaturabnahme mit der Höhe 0.7° C. pro 100 m, sie war am grössten (0.97° C.) während des Durchstreichens der ersten 1000 m. Die Feuchtigkeit zeigte wieder ganz unregelmässige Schwankungen. — Da die Erde während der ganzen Fahrt erblickt wurde, konnte die mittlere Windgeschwindigkeit in den verschiedenen Höhenschichten bestimmt werden; sie stieg von 6,0 m pro Sec. in den ersten 1000 Metern auf 15.4 m pro Sec. in den obersten 1000 Metern, im Mittel betrug sie 10.4 m.

Von Interesse waren die vergleichenden Ablesungen, welche an dem gewöhnlichen Aspirationspsychrometer und je einem Schleuderthermometer und einem im Korbe angebrachten Aspirationspsychrometer gemacht wurden. Das Schleuderthermometer zeigte im Mittel um 1.3° C. zu hoch, die grösste Differenz betrug 4.0° C.

*) Die ursprüngliche Annahme, dass die Explosion durch Unvorsichtigkeit eines rauchenden Menschen erfolgt sei, stellte sich bald als irrig heraus, vielmehr muss angenommen werden, dass dieselbe die Folge einer elektrischen Entladung des Ventils gewesen sei. Die auf Grund dieser Katastrophe angestellten Versuche zur Klärung dieser Frage haben den Beweis erbracht, dass bei trockener Witterung die elektrische Entladung des Ballons zur Erde durch Berührung mit derselben keine ausreichende ist, so dass namentlich in den Metalltheilen des Ventiles genügend Elektricität zur Bildung eines Funkens bei Berührung desselben mit der Hand zurückbleiben kann.

Es sind nunmehr Vorkehrungen zur Ableitung der Elektricität bei der Landung getroffen worden. Vgl. auch den Bericht von Prof. Börnstein in Heft X. J. 1893, S. 239 ff. d. Zeitschr. Der Ersatz der Hülle und des Netzes nahm 2 Monate in Anspruch; der neu erstandene Ballon, „Phönix" getauft, wurde um ca. 100 cbm. grösser als der Humboldt erbaut, er besitzt 2630 cbm. Inhalt.

Das zweite Psychrometer wurde durch die Nähe des Korbes und der Reisenden derartig beeinflusst, dass es zumeist ganz unsinnige Resultate aufwies; während die niedrigste Lufttemperatur — 19.0° C. betrug, fiel dies Psychrometer nur auf — 14.9° C., gelegentlich erreichte aber die Differenz 9 Grad. Sehr schön beobachtet wurde bei dieser Fahrt die Cumulus-Bildung.

In der darauffolgenden Discussion wurde wesentlich die Katastrophe des Humboldt besprochen und verschiedene Möglichkeiten der Bildung eines elektrischen Funkens durch Luftelektricität, Reibung des Ballonstoffes oder des herausströmenden Gases am Ventil erörtert. Es wurde allgemein hervorgehoben, dass erst specielle eingehende Untersuchungen die Sache klarzulegen geeignet sein könnten. An der Discussion betheiligten sich vornehmlich ausser dem Vorsitzenden und den Mitfahrenden Prof. Dr. Börnstein, Dr. Pringsheim, Dr. Less u. a. m.

Nach Aufnahme der eingangs angemeldeten Herren in den Verein wurde die Sitzung um $9^1/_2$ Uhr geschlossen und die Zusammenkünfte bis nach den Sommerferien vertagt.

Berson.

Protokoll der 5. (142) Sitzung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt vom 23. October 1893.

Beginn der Sitzung um $7^3/_4$ Uhr.

Vorsitzender: Prof. Dr. Assmann. — Schriftführer: Berson.

Nach Erledigung einiger Formalien und geschäftlicher Angelegenheiten und Anmeldung der Herren

Bendix Meyer, Ingenieur in Gleiwitz

und Dr. Hergesell, Direktor des meteorologischen Landesdienstes und Privatdocent in Strassburg

zur Mitgliedschaft, erhält das Wort Herr Premierlieutenant Gross und berichtet etwa folgendermassen über die ersten sechs Fahrten des Ballons „Phönix."

I. Fahrt am 14./15. Juli 1893.

Die erste Fahrt des neuen Ballons sollte eine Nachtfahrt werden, um die verhältnissmässig noch kurzen Sommernächte auszunutzen. Zu diesem Zwecke war eine elektrische Erleuchtung der Instrumente und des Korbes vorgesehen worden, welche von Accumulatoren gespeist wurden. Um 10^{32} Uhr stieg der Phönix mit Herrn Berson und mir in die finstere aber sternklare Nacht empor und überflog in geringer Höhe die prachtvoll erleuchtete Riesenstadt, seinen Curs nach S. nehmend. Obwohl die Nacht noch an Dunkelheit zunahm, blieb die Orientirung doch erhalten bis zum Schiessplatz Kummersdorf, von wo ab erst leichter Nebel, dann immer dichter werdendes Gewölk die Erde den Blicken entzog. Hochinteressant war die Entwicklung des Lichtes mit einbrechender Dämmerung bis zum Erscheinen des Tagesgestirnes. Schon um 3 Uhr Morgens konnte das elektrische Licht entbehrt werden. Der Ballon erwärmte sich und trocknete bald durch die Sonnenstrahlen; sein Auftrieb, der während der Nacht stark nachgelassen hatte, wuchs bald wieder. Da jede Orientirung verloren gegangen war, so beschloss man eine Recognoscirung der Erde vorzunehmen. Der Ballon fiel durch fortgesetztes Manövriren mit dem Ventil auf die obere Wolkengrenze, wo er zu schwimmen begann. Die Wolken, welche sehr feucht waren, reichten bis zur Erde herab, sodass man, obgleich der Schleppgurt die Erde berührte, diese immer noch nicht sehen konnte. Plötzlich erschien eine grosse Stadt, ein Eisenbahnzug brauste dicht unter dem Ballon durch. Die Recognoscirung misslang, da die angerufenen Leute immer nur „Ballon" schrieen, aber nicht den geforderten Namen der Stadt. Wieder stieg der Phönix durch Ballast erleichtert über die Wolken. Wegen des dichten Nebels und der Unsicherheit über die Gegend wo wir seien, beschlossen wir zu landen. Der Schleppgurt

fegte über Wald, den man indessen nicht sehen konnte, man hörte nur das Knacken der Zweige. Als eine Wiese sichtbar wurde, gelang die Landung sehr glatt und sicher am Fusse des Gebirges zwischen Bautzen und Löbau.

Dauer der Fahrt 9 Stunden, Länge derselben 180 Kilom., Maximalhöhe 1930 m. Durchschnittliche Geschwindigkeit 5,6 m, Ballast-Verbrauch 18 Sack. Maximal-Temperatur + 16,5° C, Minimal-Temperatur + 4,4° C.

II. Fahrt am 25. Juli 1893.

Vor Sonnenaufgang stieg der Phönix um 4[6] Uhr Morgens mit Herrn Berson und mir, seinen Curs nach N. O. nehmend. Wir überflogen die Oder bei Freienwalde und verloren die Erde durch dichte Wolken zwischen dem Madü-See und Dramburg. Da wir ziemlich schnell fuhren und unsere Geschwindigkeit noch stetig zunahm, lag die Gefahr nahe, die Ostsee zu erreichen; wir trieben daher den Ballon, in der Erwartung oben mehr östlichen Curs zu erreichen, auf 4000 m hinauf. Die Erwartung täuschte uns nicht, als wir die Erde durch eine Wolkenlücke bei Neu-Stettin erkannten und constatirten, dass wir auf Danzig zutrieben. Um $10^1/_2$ Uhr mussten wir der Berechnung nach der Ostsee nahe sein, die wir zeitweise am nördlichen Horizont durch Wolkenlücken erblickten. DerBallon fiel sehr schnell durch die Wolken, als die Erde sichtbar wurde, erkannten wir das Städtchen Berent in Westpreussen unter uns, gleichzeitig sahen wir auch, dass wir wie ein Pfeil vorwärts eilten, es war Sturm unter uns, man hörte den Wald bis 1800 m hinauf rauschen. Ich beschloss in einer Mulde des welligen Terrains die Landung zu versuchen und liess den Ballon am Schleppgurte über Wälder und Felder rasen, bis wir eine tiefe Mulde vor uns hatten. Doch der Anker konnte nicht fassen, der Ballon wurde mit enormer Geschwindigkeit geschleift, so dass es mir nur gelang, durch Anwendung der Reiss-Vorrichtung ihn zum Halten zu bringen. Wir befanden uns dicht vor dem Thurmberge bei Danzig.

Dauer der Fahrt: 7 St. 7 Min. Länge derselben 386 Kilom, Maximalhöhe 4 00 m, durchschnittliche Geschwindigkeit pro Sek 15,1 m. Ballastverbrauch 22 Sack.Maximaltemperatur + 17,5°, Minimal-Temperatur — 4.2°C.

III. Fahrt am 18. August 1893.

Um 9[20] Uhr Vorm. stieg der Phönix mit Prof. Börnstein, Herrn Berson und mir bei prachtvollem Wetter und S.S.O.-Wind. Die Piloten zeigten, dass höher der entgegengesetzte Wind vorhanden sei. Ausser dem üblichen Instrumentarium trug der Ballon 2 Apparate zum Messen der Luftelektricität und ca. 30 Kilogr. Wasser für einen der Apparate. Der Ballon überflog zunächst den Tegeler See, jenseits desselben gerieth er in den Oberwind, schwenkte um und überflog nach einer Stunde in 2000 m Höhe wieder Charlottenburg, nunmehr seinen Kurs an der Görlitzer Bahn entlang auf Cottbus nehmend. Hier bei Cottbus erreichte der Phönix seine Maximalhöhe von fast 4000 m, der sinkenden Sonne wegen musste ich an die Landung denken, nachdem wir die grossen Waldungen bei Horka überflogen hatten. In 2500 m Höhe gerieth der Ballon wieder in die windstille Zone, tiefer gefallen schwenkte er zurück auf den mächtigen Forst. Es gelang indessen im Unterwinde den Wald zu überfliegen. Die Landung erfolgte bei Creba, unweit Niesky in der Lausitz. Auf dem Schlosse des Grafen Einsiedel fanden wir gastliche Aufnahme. Die elektrischen Messungen ergaben interessante Resultate.

Dauer der Fahrt: 9 Stunden 54 Minuten. Länge derselben 185 Kilom. Maximalhöhe 3790 m. Durchschnittliche Geschwindigkeit pro Sec. 5,5 m. Ballast-Verbrauch 25 Sack und 32 Klg. Wasser. Maximal-Temperatur + 21,9° C. Minimal-Temperatur + 1,5° C.

IV. Fahrt am 1. September 1893.

Die Füllung des Ballons am Morgen musste des böigen Windes wegen unterbrochen werden, sie wurde am Abend fortgesetzt und eine Nachtfahrt beschlossen.

Um 11^{28} Uhr Nachts stieg der Ballon mit Herrn Berson und mir auf und nahm rein östlichen Kurs, die ganz feenhaft erleuchtete Residenz überfliegend. Der Lichtschein Berlins diente uns bis Fürstenwalde als Richtpunkt, von da erblickte man den Schein der beleuchteten Stadt Frankfurt a./O. Der Halbmond leuchtete so stark, dass man bei seinem Schein die Notizen aufschreiben konnte, was uns um so lieber war, als unsere elektrischen Handlaternen schlecht functionirten. Um $3^1/_2$ Uhr Morgens begann es zu dämmern, um 5 Uhr ging die Sonne auf. Wir befanden uns bei Züllichau und erkannten bald die Erde. Da wir bereits 10 Grad Kälte in der Nacht auszuhalten hatten, waren wir recht matt, indessen belebte uns die Sonne bald wieder, die auch dem Ballon neue Kraft verlieh. Das feuchte Gas schied sein Wasser aus und sandte es uns in Gestalt eines mächtigen Stromes in den Korb herab, wo dasselbe sich in Eis verwandelte. Da wir ziemlich schnell der Russischen Grenze zutrieben, versuchten wir durch Höhersteigen andere Windrichtung zu erreichen, jedoch hatten wir uns getäuscht, wir passirten um 7 Uhr Morgens Lissa, die Windgeschwindigkeit nahm nun schnell zu mit zunehmender Höhe, so dass wir in 3850 m das Ventil ziehen mussten, da wir der Grenze bei Ostrowo bereits bedenklich nahe kamen. Die Landung gelang bei Adelnau gut und glatt.

Dauer der Fahrt: 9 St. 54 Min. Länge derselben 328 Kilom. Maximalhöhe 3850 m. durchschnittliche Geschwindigkeit 9,2 m pro Sec. Ballastverbrauch 22 Sack. Maximaltemperatur + 12,8° C. Minimaltemperatur — 10,8° C.

V. Fahrt am 29. September 1893.

Um 7^{54} Uhr Morgens stieg der Phönix mit Herrn Prof. Börnstein, Herrn Berson und mir mit 25 Sack Ballast und ca. 100 Klgr. Wasser für die Collectoren zur Messung der Luft-Elektricität. Zunächst nahm der Ballon rein nördlichen Curs bis zum Finowkanal. Da wir indessen durch die Piloten wussten, dass in den höheren Schichten der Wind ein mehr östlich gerichteter war, so stiegen wir auf 2000 m Höhe und trafen hier S. W. Wind an, der uns über Angermünde auf den Madü-See zu trieb, wodurch wir Raum bis Danzig gewannen. Das Wetter besserte sich während der Fahrt, die hohen Wolken vertheilten sich, so dass wir gegen Schluss der Fahrt reine Sonne hatten. Um 2^{37} Uhr culminirte der Ballon in ca 4000 m Höhe über Baldenburg in Westpreussen. Der Wassercollectoren-Apparat functionirte nicht mehr, da das Wasser bei 6° Kälte fest einfror. Eigenthümliche Wolkenfärbungen wurden beobachtet. Die luftelektrischen Messungen ergaben das gleiche Resultat wie bei Fahrt III, nämlich dass über 3000 m Höhe die Potential-Differenz nicht mehr messbar war. Um 4 Uhr Nachm. waren wir der Erde wieder so nahe gekommen, dass wir die Instrumente verpackten, wir befanden uns vor Bütow in Hinterpommern. Bei der Landung war mässiger Wind, der den Ballon zu schleifen drohte, ich riss daher die Reissbahn herunter, worauf derselbe sofort liegen blieb.

Dauer der Fahrt: 8 Stunden 16 Min. Länge derselben 345 Kilom. Maximalhöhe 3950 m, durchschnittliche Geschwindigkeit pro Sec. 11,9 m. Maximal-Temperatur + 16° C. Minimal-Temperatur — 6,7° C. Ballastverbrauch 25 Sack und 100 Klg. Wasser.

VI. Fahrt am 19. October 1893.

Der Ballon war mit allem Zubehör auf den Uebungsplatz der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung geschafft worden, um ihn hier theilweise mit Wasserstoffgas zu füllen. Wir mischten 650 cbm reines Wasserstoff mit 1800 cbm Leuchtgas und hofften, hiermit ganz sicher 7000 m zu erreichen. Um 10^{18} Uhr Vorm. stieg der Phönix mit Herrn Berson und mir und 950 Kgr. Ballast. Er durchbrach im ersten Anlauf die Wolken, wobei prachtvolle Aureolen und das sogenannte Brockengespenst erblickt wurden. In 4 Stufen von je ca. 1500 m trieb ich den Ballon allmählich auf 6000 m

hinauf. In 4500 m durchbrachen wir die zweite Wolkenschicht und erblickten reinen Himmel über uns. Von 5000 m Höhe an stellten sich wieder die gewöhnlichen Beschwerden ein, die indessen durch Einathmen von Sauerstoff, den wir in comprimirtem Zustande mitführten, sofort verschwanden. Ich hatte, um 6100 m Höhe zu erreichen, 775 Klgr. Ballast verbraucht und musste den Rest von 175 Klgr. für den Abstieg reserviren. Der Ballon hatte wieder das Bestreben auf beiden Wolkenlagen zu schwimmen, ich musste das Ventil lüften, um ihn durch die Wolken zu bringen. Als wir um 3 Uhr Nachmittag in 1500 m Höhe die Erde wieder erblickten, befanden wir uns mitten im Gebirge, die Landung war in Folge dessen eine schwierige, doch gelang dieselbe ohne Unfall im Parke des Schlosses Sichrow in Böhmen. Fürst Rohan, der Besitzer der Schlosses nahm uns gastfrei auf.

Dauer der Fahrt: 6 Stunden 8 Min. Länge derselben 240 Kilom. Maximalhöhe 6060 m, durchschnittliche Geschwindigkeit 10,9 m pro Sec. Ballastverbrauch 900 Klgr. Maximaltemperatur + 4,2° C. Minimaltemperatur — 26 °C.

Der Vortragende legte zahlreiche graphische Darstellungen, Registrirungen und photographische Aufnahmen vor.

Prof. Börnstein schilderte hierauf seine bei zwei Ballonfahrten unternommenen luftelektrischen Beobachtungen. Die gewöhnliche Messungsmethode, bei welcher Flammen zum Ansammeln der Elektricität benutzt werden, verbot sich von vornherein; gegen die Anwendung von Wassercollectoren, d. h. Wasserstrahlen, die aus isolirten Gefässen ausströmen, sprach die Befürchtung, dass in erheblicher Höhe das Wasser gefrieren würde. So wurde versuchsweise die Eigenschaft des Aluminiums, negativ-elektrische Ladung im Sonnenlicht an die Umgebung abzugeben, benutzt, indem zwei Aluminiumstäbe in 10 resp. 11 m Abstand unter dem Ballonkorbe an isolirender Seide hingen und durch Drähte mit dem Knopf resp. Gehäuse eines gleichfalls isolirt am Korbrande befestigten Goldblattelektroskops verbunden waren. Es sollte hiernach also die Spannungsdifferenz beider Stäbe und das verticale Spannungsgefälle gemessen werden. Leider zeigte sich, dass das Aluminium, welches frisch abgeschmirgelt die erwähnte Eigenschaft zeigt, nach einiger Zeit zu wirken aufhört. Es wurde demnach mit Wassercollectoren, die aus Vorsicht gleichfalls mitgenommen waren, beobachtet, und eine Reihe von Messungen konnte während jener ersten Fahrt am 18. August, sowie mit etwas verbessertem Apparat am 29. September ausgeführt werden. An beiden Tagen war das nach oben gerichtete elektrische Gefälle vorwiegend positiv. Genauere Vergleichungen mit dem auf Feuchtigkeit u. dgl. gerichteten gleichzeitigen Beobachtungen sollen noch stattfinden und werden vielleicht irgend welche Beziehungen erkennen lassen. In einer Hinsicht ist schon jetzt ein Erfolg der Beobachtungen zu verzeichnen, insofern bei beiden Fahrten das Spannungsgefälle von etwa 3000 m an aufwärts bis zu der erreichten Maximalhöhe (fast 4000 m) zu klein für messende Versuche gefunden wurde. Der Vortragende hofft, dass es ihm vergönnt sein wird, mit Wassercollectoren von grösserem verticalem Abstande auch in jenen Höhenregionen correcte Messungen zu erzielen.

Die kurze anschliessende Discussion ergab keine wesentlich neuen Momente.

Nach Proclamirung der eingangs erwähnten Herren zu Mitgliedern schloss der Vorsitzende um $9^3/_4$ Uhr die Sitzung. Berson.

Ueber die Bedeutung des Gliederungs-Princips für die Flugtechnik.

Von **A. Jarolimek.**

Ich habe den theoretischen Theil der Flugfrage kürzlich in der Zeitschrift des öster. Ingenieur- und Architekten-Vereins so eingehend erörtert, als es mir unter Benützung der Ergebnisse der bisherigen Experimental-Untersuchungen möglich war und behalte mir weitere Calculationen in diesem Gegenstande bis zu dem Zeitpunkte vor, wo auch die Resultate der von mir angeregten und in Aussicht stehenden Versuche über den Luftwiderstand der Schraubenflieger, besonders bei kleinen Flügelneigungen und hohen Umlaufgeschwindigkeiten, vorliegen werden.

Es sind also keine mathematischen Deductionen, womit ich mich in meinen heutigen Ausführungen befassen will, keine Ziffern, welche beweisen, dennoch halte ich den Gegenstand meiner Besprechung der Aufmerksamkeit der flugtechnischen Kreise für nicht unwerth, indem die allgemeinere Beachtung und Würdigung desselben auf die Lösung der Flugfrage vielleicht den weitest gehenden Einfluss zu nehmen vermag.

Ich will auf die Bedeutung verweisen, welche auf technischem Gebiete im Allgemeinen und auf dem Gebiete der Flugtechnik im Besonderen dem Gliederungsprincip znkommt, worunter ich die Zerlegung eines grossen Apparates in viele kleine, unter einander gleichartige Elemente und Vereinigung der letzteren zu einem organischen Ganzen begreife.

Ich habe schon wiederholt auf den Umstand aufmerksam gemacht und auch den Nachweis dafür erbracht, dass es aus Festigkeitsrücksichten nicht angeht, steife Flächen von grossen Dimensionen mit einem gleich kleinen Gewichte pro Flächeneinheit herzustellen, als kleine Flächen, und dass dies auch die Ursache sei, warum sich unter den Luftbewohnern überhaupt niemals Thiercolosse ausbilden konnten, wie solche die Erde und die Tiefen des Meeres beherbergen, wogegen es eine Unzahl beflügelter Geschöpfe unter den allerkleinsten Organismen giebt, deren winzige Flügel in der vollkommensten Weise ihren Dienst thun.

Herr von Dutczynski hat erst kürzlich bemerkt, dass kein Thier im Raume sich mit so viel Leichtigkeit bewege, wie das Insekt. Er glaubt die Ursache davon in der eigenthümlichen Art des Insektenfluges zu finden, und er erwartet von der Uebertragung dieses Princips ins Grosse einen Erfolg.

Das ist nun meiner Meinung nach eine verfehlte Hoffnung, weil die Ursache des hohen Flugvermögens des Insekts eben nur auf die kleinen Ausmessungen seines Körpers und seines Flugapparates zurückzuführen ist.

Es kann vielleicht ein in kleinem Modelle dem Insekte nachgebildeter Apparat noch gute Dienste leisten, ein derlei im grossen Maassstabe ausgeführter Apparat wird aber nicht taugen.

Im Allgemeinen sollte es wohl schon überflüssig sein, wieder und wieder zu betonen, dass sowie unsere Locomotive nicht nach dem Muster der Landthiere, das Dampfschiff nicht nach dem Muster der Fische construirt wurde, auch das künftige Luftschiff nicht nach dem Vorbilde der Vögel oder Insekten gemacht sein wird, und dass wir bei der Construction der Luftschiffe, sowie bei jener der Dampfwagen oder Dampfschiffe auf die Anwendung von Rotationsachsen bezw. Schrauben nicht werden verzichten können, vielmehr auf dieselben unumgänglich angewiesen sind.

Gleichwohl sehen wir noch eine grosse Zahl von Forschern emsig bemüht, den Vögeln oder Insekten ihre Kunst abzulauschen, um dann so wie diese fliegen zu können.

Hat sich doch in der neuesten Zeit noch ein volles Dutzend Autoren gefunden, welche in der Zeitschrift für Luftschiffahrt allen Ernstes die Pflege des sogenannten persönlichen Kunstfluges predigen. Auch Herr Victor Silberer scheint eine Maschine zum persönlichen Kunstfluge für etwas mehr als ein Phantasiegebilde zu halten, da er zur Anfertigung einer solchen, allerdings unter gewissen Cautelen, einen namhaften Betrag gewidmet hat; diese Bestrebungen bedeuten aber einen sehr bedauerlichen Rückschritt in der Behandlung der Flugfrage, gegenüber welchem ich mich nur auf den Standpunkt Tyll Eulenspiegels stellen kann, der in einem kleinen Städtchen die Leute mit der Vorspiegelung zusammenrief, er werde zu einer bestimmten Stunde vom ersten Stocke des Rathhauses herabfliegen, und als die ganze Bevölkerung herbeigelaufen war und mit offenem Munde hinaufgaffte, am Fenster erschien und sprach: „So seid Ihr denn alle gekommen und ich sehe, dass Ihr noch dümmer seid, als ich es Euch zugetraut. Wie konntet ihr mir glauben? Der Vogel fliegt, der Mensch aber nicht!“

Was da das alte Volksbuch den Schalksnarr vor mehr als fünf Jahrhunderten den Leuten zurufen lässt, wird auch noch weitere Jahrhunderte wahr bleiben: Der Vogel fliegt, der Mensch aber nicht und das ist auch nicht nöthig, da es unseren Bedürfnissen vollkommen genügen wird, wenn wir es dahin bringen, in einem von Motoren betriebenen, schnellen und unserem Willen völlig unterworfenen Fahrzeuge die Lüfte zu durchstreifen.

Dass wir aus dem Buche der Natur lernen können und lernen sollen, bleibt ja ausser allem Zweifel, nur gilt es, in diesem grossen Buche die rechte Seite aufzuschlagen. Dass es nutzlos sei, den Bau der Vogelflügel und ihren Schlag nachahmen zu wollen, habe ich schon oft und haben auch Andere nachgewiesen.

Nicht anders verhält es sich mit den Flügeln und dem Fluge der Insekten; ich erkenne gerne an, dass die Studien Herrn von Dutczynski's

über den Flug der Insekten gleich jenen Pettigrew's manches interessante Moment enthalten. Derlei Forschungen bieten ja stets vieles Interesse und sind gewiss sehr lehrreich, aber sie führen auch leicht zu groben Täuschüngen und Fehlschlüssen, wie ich erst kürzlich gezeigt habe.

Ich lebe der vollsten Ueberzeugung, dass es mit den, den Flügeln der Vögel oder der Insekten nachgebildeten Apparaten bei Ausführungen im Grossen nun einmal nicht geht, sondern dass es nothwendig sein wird, in dem Buche der Natur eine andere Seite aufzuschlagen, welche bisher leider viel zu sehr übersehen wurde, obgleich das darin geschriebene Geheimniss von jeder Faser, jedem Blättchen, jedem Aederchen und jeder Zelle der organischen Gebilde zu lesen ist. Es ist dies eben das Gliederungs- oder Theilungsprincip, welches wir bei den Schöpfungen der Natur allerorten bethätigt sehen und welches meiner Meinung nach in erster Reihe berufen erscheint, die Luftschiffahrtsfrage einer gedeihlichen Lösung zuzuführen. Es kommt hierbei in Hinsicht unseres Zieles nicht so sehr der Aufbau der Organismen aus der kleinsten Zelle oder auch die blosse Verästelung, wie bei den thierischen Blutgefässen, Bronchien, Nerven u. dgl., als vielmehr die Gliederung aller Bewegungsorgane in einzelne Theile und das Zusammenwirken dieser zu einem gemeinsamen Zwecke in Betracht; denn da in allen Schöpfungen der Natur die grösste Zweckmässigkeit, Stoff- und Kraftökonomie waltet, so liegt es auf der Hand, dass diese allgemein vorwaltende Gliederung für den Effect aller zu mechanischen Dienstleistungen bestimmten Organe von der grössten Bedeutung sein muss und dass wir da vor einer Erscheinung stehen, deren richtige Deutung und Nutzung bezüglich des Flugproblems geradezu entscheidend ist, indem die endliche Lösung desselben nur allein von dem Grade der erreichbaren Stoff- uud Kraftökonomie abhängt.

Betrachten wir einen Vogelflügel, so sehen wir nicht einen massigen, gleichartigen Schirm, sondern einen Complex von Federn, deren jede einzelne sozusagen wieder einen Flügel bildet.

Jede Federfahne setzt sich aus zwei Bärten zusammen und jeder Bart ist aus einer Menge ganz kleiner Federn, den sogenannten Strahlen gebildet. Jeder solcher Strahl besitzt wiederum zwei secundäre Bärte, die sich ihrerseits auch wieder aus noch feineren secundären Strahlen zusammensetzen. Schon ein flüchtiger Anblick dieses wunderbaren Gefüges belehrt uns, dass wir dasselbe zwar niemals nachmachen können, dass es aber gut sein wird, das darin von der Natur angewendete Gliederungsprincip wenigstens in so weit zu befolgen, dass wir bei Luftfahrzeugen, wie ich dies schon lange vorschlage, statt zu wenigen grossen Flügeln, zu Systemen vieler kleiner, wohlgefügter Flügel greifen.

Vielleicht wird man hier auf die Fledermaus oder auf die Insekten verweisen, deren Flügel sich nicht aus Federn zusammensetzen, sondern aus zarten Membranen gebildet sind. Um diesen Membranen aber die

nöthige Stütze zu bieten, sehen wir sie, ohngeachtet ihrer Kleinheit, von einem Gerippe getragen, in dessen reicher Verästelung das Gliederungsprincip nicht minder stark ausgeprägt erscheint.

Jedenfalls ist auch der Bau dieser Flügel ein solcher, dass wir denselben ebenfalls nicht nachahmen können, namentlich aber den relativen Effect solcher Flügel bei vielfacher Vergrösserung derselben niemals zu erzielen vermögen.

Um aus den ungezählten Beispielen in der Natur nur noch den für den Flugtechniker besonders interessanten Motor des Vogels, den Muskel herauszugreifen, so sehen wir, dass jedes aus diesem herausgeschnittene Fragmentchen noch einen bestens functionirenden Motor darstellt, ja dass sich dieser Motor, wie ich schon in meiner im Jahre 1887 in der Zeitschrift „Die Natur“ erschienenen Untersuchung über die Mechanik des Muskels nachwies, aus einer Unzahl winziger Dampfmaschinen znsammensetzt, deren Steuerung durch einen eigenthümlichen Repetirmechanismus bethätigt wird.

Der Muskel setzt sich aus Bündeln zusammen, deren mikroskopische Elemente die Muskelfasern ausmachen, welche sich ihrerseits wieder aus noch dünneren Primitivfasern oder Muskelfibrillen zusammensetzen. Die letzteren erscheinen bei den quergestreiften Muskelfasern auch noch der Länge nach regelmässig abgetheilt und jede solche Muskelfaser besitzt eine dünne Hülle, das Sarkolem, an dessen innerer Fläche sich zahlreiche, in regelmässigen Abständen auftretende Kerne, die Sarkolemkerne vorfinden.

Ich behaupte, dass die Räume zwischen den Fibrillenbündeln als die eigentlichen Arbeitsstätten zu betrachten sind, worin sich die Spannkräfte der Verbrennungsproducte, also des Wasserdampfes und der Kohlensäure entwickeln und in Thätigkeit treten, während die Muskelsubstanz nur ein System combinirter Bewegungs-Mechanismen bildet, an welchem die motorischen Kräfte ihre Angriffspunkte finden. Alles deutet darauf hin, dass die einzelnen Kanäle zwischen den Muskelfäden der Länge nach abwechselnd in noch kleinere Arbeitsräume untergetheilt sind, wobei die Sarkolemkerne, in welchen die Nerven endigen, eine grosse Zahl von Auslös-, bezw. Admissions-Apparaten darstellen.

Ich kann mich auf eine nähere Schilderung des von mir vermutheten Arbeitsvorganges im Muskel, bezüglich dessen sich übrigens meine Gedanken bis zu einem gewissen Punkte mit jenen der grossen Mathematiker Borelli und Joh. Bernoulli begegneten, hier nicht einlassen, muss aber allerdings hervorheben, dass der aus Millionen der winzigsten Motoren zusammengesetzte thierische Muskel mit einem Nutz-Effect von etwa 30 Percent arbeitet, während unsere besten Dampfmaschinen von dem in der Kohle enthaltenen Wärme- bezw. Kraftäquivalent kaum 10 Percent nutzbar machen.

Wir werden nun zwar auch dieses bewundernswerthe Werk der Natur, und zwar weder was den mechanischen, noch auch was den chemischen Theil desselben anbelangt, jemals nachbilden können, immerhin können wir hierin wieder einen Fingerzeig dafür erblicken, dass auch bezüglich der Construction von Motoren die angestrebte Stoff- und Kraftökonomie nicht durch massige Ausführung grosser, sondern viel eher durch die Aneinanderreihung kleiner Apparate gefördert wird.

Es ist diese meine Ansicht, mit der ich schon vor 16 Jahren hervortrat, von tüchtigen Ingenieuren bekämpft worden. So hat Professor Gustav Schmidt im Jahre 1877 auf meine Bemerkung, dass bei gleicher Festigkeit ein Motor von 100 Pferden nicht immer mit einem geringeren Gesammtgewichte ausführbar sein werde als 10 Motoren zu 10 Pferden, darauf verwiesen, dass ja eine Dampfmaschine von 100 Pferden nur 9000 Gulden koste, hingegen 10 Dampfmaschinen à 10 Pferde zusammen 20000 Gulden, also mehr als das doppelte kosten, und auch Ingenieur Josef Popper meinte im Jahre 1880: Ob die Maschine mit grösserer Pferdezahl stets relativ leichter werde oder nicht, lehre ja jeder Preiscourant der Maschinen-Agenten. Die Preislisten der Dampfmaschinenfabriken beweisen aber nur, dass die Maschinenbauer stets gewohnt waren, bei der Bemessung des Constructionsmaterials nicht gerade sparsam vorzugehen und dass die Verschwendung desselben gewöhnlich um so grösser ausfiel, je kleiner die Maschine war. Nunmehr wissen wir bereits, dass auch bei sehr kleinen Ausführungen, wenn mit dem Materiale entsprechend gespart wird, Motoren mit relativ sehr geringem Gewichte zu erzielen sind, wie denn beispielsweise das von Lawrence Hargrave in Sydney für sein Flugmaschinenmodell gebaute $^1/_{10}$ pferdige Dampfmaschinchen sammt Kessel, Brennmaterial und Wasser ein Gewicht von nur etwa 11 kg pro Pferdekraft hatte. Alles das weist auf die Wichtigkeit des Gliederungsprinzips, insbesondere für die Flugtechnik hin, und wohl noch beredter sprechen in dieser Hinsicht jene Erfolge, welche auf anderweitigen technischen Gebieten, namentlich wo es sich um grosse Ausführungen handelte, durch die Gliederung bereits erzielt worden sind.

Ich verweise in dieser Beziehung vor allem auf die Entwicklung der Brücken-Constructionen, welche durch Verlassen der einfachen, massigen Brückenträger und äusserste Ausbildung des Gliederungsprincips in den eisernen Fachwerk- oder Gitterbrücken, seien es nun Balken-, Stütz- oder Hängebrücken, eine so hohe Stufe erreicht hat. Den markantesten Ausdruck findet das Gliederungsprincip in den Drahthängebrücken, wo sich die einzelnen Constructionselemente, die Drahtseile, ihrerseits wieder in kleinere Elemente, die Drähte, gliedern und woraus eben eine sehr bedeutende Herabminderung des Brückengewichtes hervorgeht. Einer ähnlichen Gliederung begegnen wir bei den grossen in Eisen ausgeführten Dachconstructionen, beim Eifelthurm und sonstigen Bauwerken, schliesslich

aber ganz besonders auch in der Transporttechnik. Es ist eine notorische Thatsache, dass es George Stephenson im Jahre 1829 nur dadurch gelang, die Locomotive zu schaffen und damit der Menschheit die grossartigste Culturepoche zu öffnen, dass er die alte Form des Kessels verliess und den Röhrenkessel construirte, demnach an Stelle eines grossen Feuerkessels eine grosse Zahl enger Feuerrohre setzte. In noch vollkommenerer Weise gelangte aber das Gliederungsprinzip nunmehr durch die Schaffung der Wasserröhrenkessel zum Durchbruche, bei denen ja der alte grosse Kessel gänzlich in eine grosse Zahl kleiner Kessel zerlegt erscheint.

Die Vorzüge der Wasserröhrenkessel bestehen nicht nur in der relativen Leichtigkeit, den ganzen Kessel aussen und innen zu besichtigen, einzelne Theile auszuwechseln, ja die ganzen Kessel zu erneuern, ohne das Schiffsdeck öffnen zu müssen, sondern auch in dem Umstande, dass diese Kessel weniger leicht Reparaturen unterworfen, weniger Beschädigungen ausgesetzt, weniger empfindlich gegen Nachlässigkeit des Wärters sind und dass im Falle eines Bruches der Schaden geringer ist, als bei gewöhnlichen Kesseln. Der in Ansehung unserer Ziele entscheidendste Vortheil der Wasserröhrenkessel liegt jedoch in der bedeutenden Verminderung des Kesselgewichtes für eine gegebene Kraft.

Thatsächlich ist es erst mit Hilfe dieser Gliederkessel neuestens unter gleichzeitiger Anwendung eines verstärkten Luftzuges gelungen, Dampfschiffe zu schaffen, welche, wie der Torpedo-Kreuzer „Speedy“ die erstaunliche Geschwindigkeit von 27 Knoten in der Stunde erreichen.

So sehen wir also die Techniker nothgedrungen dem Gliederungsprincipe, und zwar auf Gebieten Rechnung tragen, wo die äusserste Stoff- und Kraftökonomie noch weit nicht in dem Masse geboten erscheint, wie dies bei der Luftschiffahrt der Fall ist, weshalb ich es für hoch an der Zeit halte, dass endlich auch auf diesem Gebiete dem Gliederungsprincipe jene Beachtung zu Theil wird, welche demselben, und zwar sowohl hinsichtlich der Construction der Flügel und des Traggerüstes, als auch hinsichtlich des Motors sammt Kessel zweifellos gebührt.

Professor Wellner erwähnt in seinem in der Zeitschrift für Luftschiffahrt im Vorjahre erschienenen Aufsatze über die Ausführbarkeit dynamischer Flugmaschinen auch des Dampfflugapparates von Professor Forlani in Mailand als des ersten und einzigen Beispiels eines Schraubenfliegerapparates, mit welchem ein selbständiges Schweben wenigstens für kurze Zeit gelungen ist und giebt hierbei dem Bedauern darüber Ausdruck, dass der Erfinder sein Studium eingestellt hat, da durch ein grösseres Modell sich ohne Zweifel noch günstigere Aussichten eröffnet hätten.

Das ist nun eben die, vielleicht noch ziemlich allgemeine Ansicht, der ich mit aller Entschiedenheit widerspreche. Es hat ja, wie Lilienthal im vorjährigen Maihefte der Vereinszeitschrift berichtet, auch W. Lawrence Hargrave in Sydney und zwar erst in neuester Zeit, einen mit einer

Dampfmaschine versehenen Flugapparat construirt, der sich durch 23 Sec. schwebend erhielt und mit 54 Flügelschlägen eine Strecke von 104 m durchflog.

Das ist aber eben nur möglich geworden, weil der ganze Apparat Hargrave's nicht mehr als 1 Kilo und 83 Deca wog, demnach in einem sehr kleinen Massstabe ausgeführt war. Mit einem beträchtlich vergrösserten Modelle wird auch Hargrave nichts erzielen. Auch unsere als Spielzeug bekannten blechernen Flieger oder sonstigen kleinen, meist mit Gummi betriebenen Flugvorrichtungen erheben sich ganz schön oder fliegen eine ziemliche Strecke. Niemand hat aber mit grossen derlei Modellen noch einen Erfolg erzielt, und so wenig es Maxim gelang, sein grosses Flugmaschinenmodell zum Steigen zu bringen, so wenig wird dies auch Wellner gelingen, wenn er seine Segelrad-Flugmaschine im Grossen ausgeführt baben wird.

Ich halte also bei grossen Apparaten die Ausführung des Ganzen als eines Complexes vieler kleiner Apparate für unumgänglich nothwendig und halte diese Nothwendigkeit durchaus nicht für ein Unglück, da daraus zugleich eine bedeutend erhöhte Sicherheit des Ganzen gegen Unfälle hervorgeht, wie sich dies ja bei den Wasserröhrenkesseln schon thatsächlich gezeigt hat.

Hat man doch aus Sicherheitsrücksichten auch beim Schiffbau zu dem gewiss nicht billigen Zellensystem gegriffen. Wenn zwar auch ein mit wasserdichten Zellen versehenes Schiff untergeht, wie dies kürzlich bei der „Victoria" leider auch vorkam, so geschieht dies doch nur, wenn die Zellen nicht entsprechend geschlossen gehalten werden.

Bei Apparaten, die durch Beschädigung auch nur eines einzelnen Theiles gänzlich gebrauchsunfähig werden, wie dies namentlich bei Motoren der Fall ist, muss es aber zur Sicherheit des Betriebes gewiss in hohem Masse beitragen, wenn man statt einer grossen Maschine mehrere kleine verwendet. Hätte man in einem Feldzuge statt über mehrere Armee-Corps von etwa je 30000 Mann nur über einige Riesenmenschen von etwa 50 m Höhe, 18 m Breite und 8 m Dicke zu verfügen, so hätte jeder solche Riese zwar etwa dasselbe Gewicht und dieselbe Summe von Muskelkraft wie ein ganzes Armee-Corps, allein die Actionskraft und namentlich aber die Sicherheit eines solchen aus nur einem Manne bestehenden Armee-Corps würde doch unendlich hinter jener des vielköpfigen Körpers zurückstehen.

Es ist das zwar ein sehr drastisches Beispiel, aber kein unpassendes, denn in ähnlicher Weise wird auch ein Flugapparat, wenn derselbe viele hundert Flügel, dazu auch eine grosse Anzahl enger Dampferzeugungsrohre und eine entsprechende Anzahl kleiner Motoren besitzt, nie momentan versagen können, da dann ein oder auch mehrere in den einzelnen Theilen vorkommende Brüche die Gebrauchsfähigkeit des Ganzen noch lange nicht alteriren können.

Es muss ja ein solcher gegliederter und wohl gefügter Apparat selbstverständlich, und namentlich in den Flügeln einen beträchtlichen Ueberschuss über den nöthigsten Bedarf besitzen, so wie auch die Fliege (nach Pettigrew) über einen Ueberschuss an Flügelfläche gebietet, so dass, wenn man ihr auch die Hälfte der rückseitigen Flügeltheile abschneidet, ihr Flugvermögen noch nicht darunter leidet.

Das Gliederungsprincip hat übrigens nun schon auch auf einem der Luftschiffahrt näher liegenden Gebiete, nämlich bei den Windrädern Eingang gefunden, bei deren neuerer aus Amerika herübergekommenen Construction wir allgemein viele kleine statt weniger grosser Windflügel angewendet sehen.

Ich selbst habe schon vor 20 Jahren in einer in Dingler's Journal 1873 auszugsweise mitgetheilten Abhandlung für Luftfahrzeuge kleinere gekuppelte Schirme vorgeschlagen, indem ich erst später dahin gelangte, gekuppelten Schrauben den Vorzug zu geben.

Jedenfalls liegt in der Kupplung vieler kleiner Tragflächen ein Grundsatz, der früher oder später zur Geltung gelangen wird, und wenn Andersen in einem seiner sinnigen Märchen eine Königstochter von ihren in wilde Schwäne verwandelten eilf Brüdern durch die Lüfte getragen werden lässt, so liegt in diesem Gedanken etwas wie eine Ahnung der Gestaltung unserer kommenden Luftschiffe. Es wird uns zwar nicht die Vereinigung lebender Schwäne, wohl aber die Vereinigung von vielen hundert kleinen Schraubenfliegern zu dem ersehnten Ziele führen.

Einiges über die physikalische Grundlage des Fluges im Anschluss an die „Flugtechnischen Betrachtungen von August Platte".

Von **Albert Zorn** in Berlin.

In obenbezeichneter Druckschrift*) wird der Beweis zu führen gesucht, dass die Lösung der Flugfrage nur auf der Basis einer theilweisen Entlastung des Flugkörpers durch leichte Gase zu bewerkstelligen ist. Der Verfasser geht von der Annahme aus, dass es den Flugthieren vornehmlich aus dem Grunde möglich ist, ihr Körpergewicht in die Luft zu erheben, weil sie mit geringerem specifischem Gewichte ausgestattet sind, als die bisher erbauten künstlichen Flugapparate.

Die Ausführungen des Herrn Verfassers sind geeignet, auf jeden nicht Voreingenommenen den Eindruck der natürlichsten Folgerichtigkeit zu machen. Dennoch sind seine Gründe nicht stichhaltig, und das vorgeführte Project

*) Wien 1893. Reichswehr.

selbst erscheint vom praktischen Gesichtspunkte aus unmöglich. Daher mag es mir nicht übelgedeutet werden, wenn ich den Grundanschauungen, welche in diesem Werke vorliegen, entgegentrete.

Es giebt wohl auf keinem Gebiete der menschlichen Thätigkeit einen grösseren Unterschied zwischen der Theorie und Praxis, als auf demjenigen der Luftschiffahrt, wofür der beste Beweis die vielen bisher verunglückten Constructionen sind. Die Ursache dieser Erscheinung ist sehr einfach: man rechnet mit Wirkungen, deren Bedingungen in der atmosphärischen Luft noch nicht genügend bekannt sind. Um so mehr müsste daher jeder, welcher in der Lage zu sein glaubt, die Flugtechnik vom wissenschaftlichen Standpunkte zu behandeln, bevor er das Gebiet der Litteratur betritt, sich darüber einigermassen vergewissern, ob und wieweit seine Vorschläge mit den bezüglichen Gesetzen im Einklang stehen oder nicht. Gerade aber auf diesen letzteren Punkt legt man wenig Gewicht, trotzdem er als Probe auf das Exempel unerlässlich ist.

Der Verfasser genannter Broschüre hat, wenn man nach seinen Angaben auf Seite 59 schliessen darf, nicht einmal den Versuch gemacht, das von ihm erdachte Luftschiff wenigstens in den allernothwendigsten Bestandtheilen in kleinem Massstabe selbst auszuführen, was bei der vorgeschlagenen so einfachen Construction durchaus nicht hätte schwer fallen können. Er würde alsdann die Gesetze der Bewegung kennen gelernt haben, welche entstehen, wenn den Bedingungen des Gleichgewichts in der Luft nicht genügt ist.

Wie ich bei meinen eigenen Arbeiten hinlänglich wahrzunehmen Gelegenheit hatte, duldet die Schwerkraft Flächen in der atmosphärischen Luft nur in vollkommen stabilem Gleichgewichtszustande. Wohlverstanden die Schwerkraft. Anders verhält es sich mit Körpern, welche eine lebendige Kraft geltend machen können, durch welche sie sich aus den Fesseln der Schwerkraft loslösen. Erst diese Körper sind im Stande, mit Erfolg und ohne Gefahr Flächen anzuwenden, welche durch ihre jeweilige Lage eine Veränderung des Gleichgewichtszustandes ausdrücken.

Daher ist es vom praktischen Standpunkte betrachtet unmöglich, wenn der Verfasser Seite 66 Zeile 11 v. o. sagt: „Wird nun der Unterfläche des Schiffes z. B. eine Neigung von 10 Grad nach abwärts gegeben, so wird u. s. w.“ Das Fahrzeug ist nach dieser Aenderung seiner Gleichgewichtslage einfach dem Gesetze der Schwere verfallen und unrettbar verloren, weil schwerlich die frühere Gleichgewichtslage sofort wieder herstellbar ist. Die Schlussfolgerung des Verfassers, durch diese Massnahme das Fahrzeug regelmässig in Gang zu setzen, würde erst möglich sein, wenn dieses neben der anfänglichen Fallgeschwindigkeit eine horizontale Geschwindigkeit von mehreren Metern in der Sekunde durch eigene Kraft fortlaufend entwickeln könnte. Denn die Schwere vermag wohl den Beginn einer Bewegung zu veranlassen, aber niemals unmittelbar eine Bewegung zu erzeugen, durch welche sie ihre eigene Arbeit übertreffen würde. Erreich-

bar ist freilich die Ueberwindung der Schwere, wie der Segelflug des Albatros beweist, welcher nach der Lehre von der Erhaltung der Energie eigentlich nichts anders darstellt, als die in Bewegungsenergie umgesetzte potentielle Energie aus der Schwerkraft*), aber zur Verwirklichung dieses Vorganges durch Kunst gehört ein mechanisches Mittel. Für ein solches ist der Verfasser jedoch den Nachweis schuldig geblieben, weil er vermuthlich glaubt, dass die horizontale Eigengeschwindigkeit des „Schwebens" sich unter Einwirkung der Schwere ganz von selbst ergiebt, wenn er nur den schwebenden Körper gehörig belastet.

Ich habe ausserdem in den ganzen Ausführungen des Herrn Platte nicht herausgefunden, wie er sich die theoretisch als Factor sehr richtig in Rechnung gezogene „lebendige Kraft" bei seinem Luftfahrzeug für das Schweben praktisch hergestellt oder wirksam denkt. Denn seinen Motor, den vierfachen Hubschraubenpropeller, will er ja bei Beginn des Schwebens zur Verstärkung des Druckes oder Vergrösserung des Gewichts sogar nach unten wirken, also rückwärts arbeiten lassen.

Soviel über das Project selbst.

Die in ihren Hauptzügen in der Zeitschrift für Luftschiffahrt und Physik der Atmosphäre bereits veröffentlichten Anschauungen des Verfassers sind in der genannten Zeitschrift u. a. in einem Artikel: „Die Flugtechniker und die Mechanik von Eugen Kreiss" bereits widerlegt. Dem möchte ich jedoch von einem anderen Gesichtspunkte aus noch einiges hinzufügen.

Herr Platte lässt bei Beginn des ersten Kapitels seiner Betrachtungen eine gewisse Geringschätzung derjenigen Arbeiten durchblicken, welche es sich zur Aufgabe machen, die „Nachbildung der Maschinerie des Vogels" richtig auszuführen. Dies wäre nun weiter nichts Besonderes, wenn der Herr Verfasser nur weitere Betrachtungen darüber angestellt hätte, aus welchem Grunde diese Nachbildung bisher für durchaus nöthig gehalten worden ist. Aber diesem Grunde scheint er wenig Bedeutung beizulegen, weil sein Standpunkt ihn darüber hinweghebt. Er sagt ebendaselbst wörtlich:

„Der Vogel hat ausser seiner nachahmbaren Maschinerie noch eine

---

*) Die Schwerkraft ist eine Energie an und für sich, und es ist vollkommen gleichgültig, wie die Höhe erlangt ist, von welcher aus sie wirken kann. Denn der Stein, welcher an einem Abhange ruht, unterliegt der Schwerkraft und fällt zur Erde, sobald er durch irgend welchen äusseren Einfluss ins Rollen geräth, der junge Vogel, welcher am Felsenrande zur Welt gekommen ist, lässt sich von dort zum Schwebefluge herab, und der Meteorstein, welcher einem ganz anderen Weltkörper angehört, wird von unserem Planeten angezogen, sobald er auf seinem Wege im Weltenraume der Erde genügend nahe kommt.

Wenn man nun einen Vogel ohne Flügelschlag oder sonstige Propellerbewegung im Aether umherschweben sieht, so drängt sich zu allererst die Frage auf: „Wo bleibt die Energie der Schwerkraft, welche nach dem Princip der Erhaltung der Energie nicht verloren gehen kann," und es wird dies der Punkt sein, an welchem die Mechanik ihren Hebel einzusetzen hat.

andere Eigenschaft, die nicht unbeachtet bleiben darf, welche die Flugtechniker bisher übersahen, in welcher aber das Flugvermögen in der That hauptsächlich seine Begründung findet. Diese Eigenschaft, welche allen bisher construirten und mit gleichgebliebenem Misserfolge versuchten Flugapparaten gänzlich mangelt, und ohne deren Besitz der Flug niemals möglich werden wird und kann, besteht darin, dass der Vogel einen flugfähigen Körper besitzt, d. h. die motorische Kraft, welche dem Vogelkörper innewohnt, vermag durch Flügelschläge einen grösseren Druck auf die widerstehende Luft auszuüben, als das Gewicht des Vogels selbst beträgt. Nur deshalb, weil der Vogel dieses Können besitzt, vermag er sich in den Aether zu schwingen."

Was heisst das: „Der Vogel vermag durch Flügelschläge einen grösseren Druck auf die widerstehende Luft auszuüben, als sein eigenes Körpergewicht beträgt"? Auch der Mensch würde mit Flügeln schlagen und durch Flügelschlag eine Erhebung des Körpers hervorbringen können, wenn er mit der ihm innewohnenden Energiemenge ausser der Kraft nur die ihm bei seinen sonstigen Bewegungen gewohnte Geschwindigkeit dabei aufzuwenden hätte. Denn der Flügelschlag ist eine mechanische Bewegung, zu welcher nur Kraft und Geschwindigkeit als Factoren gehören.

Die Muskelkraft, mit den blossen Armen den Körper in die Höhe zu heben, besitzt der Mensch, wie wir am Erklettern von Tauen, beim Turnen am Reck, Barren u. s. w. augenfällig wahrnehmen können. Es ist aber zweifellos, dass man mit anderen Geschwindigkeiten rechnen muss, wenn man sich an einem festen Gegenstande oder an einem nicht festen oder gar gasförmigen Körper, wie die atmosphärische Luft, in die Höhe arbeiten will.

Denn an einem festen Gegenstande übt man den Druck oder Zug, welcher nöthig ist, den Körper zu heben, schon sofort beim blossen Anfassen oder Auflegen der Hand aus, da die Unterlage nicht nachgiebt, sondern einen festen Halt für die Belastung bietet, und es gehört nur geringe Bewegungsgeschwindigkeit dazu, den Körper mittels der Armmuskeln nachzuziehen. Dagegen um einen solchen Druck auf die Luft auszuüben, dass ein Widerstand erzeugt wird, wie er nöthig ist, um für das Körpergewicht die feste Unterlage herzugeben, an der erst der Körper in die Höhe gehoben werden kann, dazu gehört eine sehr bedeutende Geschwindigkeit.

Betrachten wir einen Fall aus einiger Höhe, wie er bei Anwendung eines Fallschirms durch einen Menschen vor sich zu gehen pflegt, und nehmen wir an, der Betreffende wollte durch Vermittelung der Fallschirmfläche unter Benutzung der Schwere als Motor nur einen Luftwiderstand hervorrufen, der ihn in den Stand setzt, seinen Körper, wenn auch nur wenig, während des Fallens in die Höhe zu heben.

Wir müssen die Wahrnehmung machen, dass der Körper eine ganz beträchtliche (Fall-) Geschwindigkeit entwickelt, welche freilich auch von

der Grösse der Fallschirmfläche abhängt. Es erfolgt plötzlich ein gewisser Haltepunkt, welchem zumeist ein Schleudern des Körpers zu folgen pflegt. Dieser erste Haltepunkt ist die Grenze des durch die Schwere zunächst erreichten grössten Luftwiderstandes, an ihm angelangt würde der Mensch, wenn er alsdann die nöthige Kraft und Geistesgegenwart noch besässe, erst den Versuch machen können, sich ein wenig mittels seiner Armmuskeln zu erheben, wenigstens würde eine Erhebung mit Rücksicht auf das bisherige Sinken dann erst von Nutzen sein. Der weitere Verlauf des Falles ist hier nebensächlich.

Eine wie ungeheure Geschwindigkeit aber war nöthig, bis die Luft den Widerstand hergab, um dem Körper nur einen ganz geringen Haltepunkt zu geben? Meistens wird man kaum im Stande sein, diese wenn auch in ziemlich gerader Linie stattfindende Bewegung mit blossem Auge genau zu verfolgen, so beträchtlich ist die Geschwindigkeit. Die Fallgeschwindigkeit wird auch durch ein 6 bis 7 fach geringeres specifisches Körpergewicht nur sehr wenig beeinträchtigt, wie man sich durch einen Versuch unter Anwendung zweier Körper von gleich grossem Volumen und diesem Dichtigkeitsunterschiede bei sonst gleicher Gestalt und Form leicht überzeugen kann.

Wie gering der Luftwiderstand im Uebrigen ist, sieht man aus der zu seiner Berechnung angewandten Formel:

$$W = 0{,}0735 \text{ F. } v^2 \text{ kg},$$

nach welcher eine mit einer Geschwindigkeit v von 1 m in der Sekunde bewegte Fläche F von 1 qm erst einen Druck von 0,0735 kg auf die Luft ausübt.

Wenn nun nach dem vorher Erörterten eine lebendige Kraft, wie sie die Masse des im Fallen begriffenen menschlichen Körpers verbunden mit der so beträchtlichen (Fall-) Geschwindigkeit darstellt, eine so winzige Wirkung*) hervorbringt, dass kaum momentan so viel Luftwiderstand geschaffen wird, um dem Körper des Menschen als wirkliche Unterlage zu dienen für die Ausführung einer hebenden Bewegung, wie ist diese dem Vogel möglich, welcher, wie die Wissenschaft in neuester Zeit nachgewiesen hat, durchaus keine grössere Muskelstärke besitzt als der Mensch?

Der Vogel, welcher freilich im Durchschnitt 6 bis 7 mal specifisch leichter ist als der Mensch, wendet auch nicht annähernd die oben geschilderte Geschwindigkeit bei Ausführung seiner Flügelbewegungen an, es ist vielmehr nachgewiesen, dass die grösste Geschwindigkeit, welche sich bei Flügelschlägen in den äussersten Flügelspitzen kund giebt, im Durchschnitt nur wenige Meter in der Sekunde beträgt, einige grössere Vögel zeichnen sich sogar durch ein ganz sanftes Auf- und Niederschlagen der Flügel aus, und beim Segelfluge fehlt die Geschwindigkeit zur Erzeugung eines Flügelschlages gänzlich.

*) Die Wirkung dieser so bedeutenden Schwerkraftarbeit geht in der bei jeder Bewegung eines festen Körpers in der Luft stattfindenden Reibung zum grössten Theil verloren.

Hier liegt also das Räthsel. Der Vogel führt eine mechanische Leistung aus, zu welcher ausser Kraft eine bedeutend grössere Geschwindigkeit gehört, als er selbst entwickeln kann, er führt sie aus anscheinend mit einer viel geringeren Geschwindigkeit, als nothwendig ist.

Er muss also noch andere Mittel besitzen, um diesen Mangel an Geschwindigkeit bei seiner Flugarbeit zu decken.

Aus der oben bezeichneten Formel für den Luftwiderstand geht hervor, dass die Grösse eines solchen zwar von der Geschwindigkeit im quadratischen Verhältnisse, jedoch auch von der Flächengrösse, allerdings nur in einfacher Potenz abhängig ist. Durch diese Flächengrösse wird die Luftsäule, auf welche der Druck ausgeübt werden soll, begrenzt; je grösser die Fläche, desto grösser ist auch die Luftsäule. Die Stärke der Luftsäule aber ist für den Flug wesentlich, denn auf ihr ruht der Vogel während seiner Fortbewegung, auf ihr erhebt er sich langsam in der Luft, auf ihr schiesst er mit rasender Geschwindigkeit seinem entfernten Ziele zu.

Je ausgedehnter in horizontaler Richtung die Luftsäule ist, welche in einer gegebenen Zeit von der Fläche getroffen wird, desto geringer wird die Arbeit des Vogels, die Geschwindigkeit des Flügelschlages zu sein brauchen, welche sonst nöthig ist, um den Luftwiderstand für die Höhenhaltung zu erzeugen. Die Luftsäule muss, um ein Gleichgewicht herzustellen, welches der Vogel für den Horizontalflug haben muss, so gross werden, dass der Widerstand, welchen sie selbst in der Zeit, in welcher der Vogelkörper durch die Einwirkung der Schwere zu Boden fallen müsste, diesem Körper entgegensetzt, eben so gross ist als der Druck, welchen die Masse des bewegten Körpers während eben dieser Zeit auf die Luft ausübt.

Das Moment also, welches die Flugleistung des Vogels erst ermöglicht, liegt in der Vergrösserung der Luftsäule, es bildet den Ersatz für die sonst erforderliche ungeheure Geschwindigkeit des Flügelschlages und macht den Flügelschlag beim Schwebefluge sogar entbehrlich.

Diese durch unsichtbare Kraft erzeugte Vergrösserung der Luftsäule, welche in dem Augenblick vor sich geht, in welchem der Vogel eine Bewegung ausübt, entweder durch Flügelschlag oder wie beim Segelfluge (Wellenflug nach Herrn Platte trifft zur Unterscheidung vom Ruderfluge nicht zu, denn auch die Vögel, welche zum Fliegen mit den Flügeln schlagen, zeigen ein regelmässiges leichtes Heben und Senken in ihrer horizontalen Flugbahn, d. h. ihre Flugbahn ist gleichfalls eine wellenförmige) durch die Einwirkung der Schwere, ist die Fliegekunst des Vogels, in ihr liegt das Geheimniss der Flugfähigkeit des Körpers, sie stellt sich dar als die Eigengeschwindigkeit, durch welche er sich von der Schwerkraft zu emancipiren vermag.*) Ohne diese Kunst würden die Vögel eine Flugarbeit zu leisten haben, welche ihre Kräfte, wie nachgewiesen, übersteigen müsste.

*) Eine ähnliche Vergrösserung der Basis während der Bewegung kommt in folgendem Vorgange zum Ausdruck. Wenn man einen möglichst flachen Stein

Solche Wirkung ist niemals durch blosse Einsetzung eines bestimmten Flächenwinkels*) mit Hülfe der Elasticität des Flächenmaterials zu ermöglichen, durch eine theilweise Entlastung des Flugkörpers dagegen kann sie nur abgeschwächt werden.

Denn wenn auch die geringere Dichtigkeit der Masse eine geringere Kraft zum Heben ausreichend erscheinen lässt, so wird diese doch in anderer Weise bei dem Vorgange verbraucht.

Unter Heben im flugtechnischen Sinne ist die Bewegung der Flugthiere anzusehen, welche diese vornehmen, um auf einen höheren Punkt in der Luft zu gelangen. Diese Bewegung geschieht niemals in völlig verticaler Richtung, sondern stets mehr oder weniger schräge aufwärts, anfänglich in der Richtung gegen den Wind**); sie würde sich völlig vertical auch unter Anwendung der stärksten Hubkraft an künstlichen Flugkörpern niemals ausführen lassen, ausser bei absoluter Windstille, der Wind würde stets eine Abtrift in seiner Richtung hervorrufen. Selbst um an Apparaten eine verticale Aufwärtsbewegung bei nur geringem Winde zu veranlassen, würde also auch eine Horizontalarbeit nöthig sein, um zunächst den Widerstand des Windes zu bewältigen.

Für jede Aufwärtsbewegung der Vögel ist eine horizontale Vorwärtsbewegung erforderlich, um eine möglichst grosse Luftsäule, eine möglichst starke Unterlage unter den Flugflächen zu beschaffen.

Je grösser nun aber verhältnissmässig die räumliche Ausdehnung des Körpers bei denjenigen Flugthieren ist, welche sich durch ein geringes specifisches Gewicht auszeichnen, desto grösser ist auch der Widerstand,

---

schräg ins Wasser wirft, oder wenn eine Kanonenkugel unter möglichst horizontaler Richtung des Geschützes ins Wasser abgeschossen wird, kann man beobachten, dass diese Wurfkörper von der Fläche des Wassers abprallen und noch eine Strecke weit in derselben Richtung in der Luft fortgeschleudert werden. Das specifisch weit leichtere Wasser müsste Stein sowohl wie Kanonenkugel, sobald dieselben in schräg abwärts gerichteter Flugbahn auf das Wasser stossen (aufschlagen), zweifellos zum Versinken bringen, wenn nicht durch die Geschwindigkeit der Bewegung dieser Projectile die Wasserfläche, mit welcher sie während ihrer Bewegung in Berührung kommen, sofort in horizontaler Richtung eine sehr beträchtliche Ausdehnung erführe.

*) Wenn auch die Lilienthal'sche Flächenwölbung ein nicht zu unterschätzendes Moment bei der Construction von Flugflächen bildet, so scheint doch auch Herr Lilienthal nicht der Ansicht zu sein, dass dadurch allein die Flugfrage ihre Lösung findet.

**) Jeder Vogel bedarf zu seiner Fortbewegungsarbeit eines bestimmten Luftwiderstandes unter seinen Flügeln, welcher in erster Linie durch seine eigene Schwere hervorgebracht wird. Allein die Schwere kann diese Wirkung nur äussern, wenn zuvor ein bestimmter Fallraum durchmessen ist. Daher kommt es dem Vogel, wenn er nicht unmittelbar von entsprechender Erhöhung abfliegen kann, zum Aufluge zunächst darauf an, anderweitig eine solche Höhe zu gewinnen, welche den zur Erreichung des Luftwiderstandes erforderlichen Fallraum gewährt, d. h. er muss durch den Wind selbst die bequemste Hebung suchen. Weil nun aber vermöge der eigenthümlichen Gestaltung der Flügelflächen keine andere Luftbewegung unmittelbar eine hebende Wirkung auf die Flügel äussert, als der bei einer Vorwärtsbewegung entgegen wehende Wind, daher ist der Vogel schon aus diesem Grunde gezwungen, seinen Aufflug von einer Ebene stets in der Richtung gegen den Wind vorzunehmen.

welchen die Luft der Vorwärtsbewegung des Körpers bei diesen Thieren entgegensetzt, der sogenannte Translationswiderstand. Die Vorwärtsbewegung bei ihrem Fluge wird also verlangsamt, und demgemäss die Luftsäule, auf welcher der Körper ruht, verkleinert. Die Verkleinerung der Luftsäule aber, welche als Unterlage dient, kann nur ausgeglichen werden durch schnelleren Flügelschlag. Daher der ungeheure Aufwand an Geschwindigkeit bei der Flügelarbeit der Insekten, dieselbe Erscheinung, welche Vögel bieten, wenn sie es versuchen, sich an derselben Stelle im Luftraume zu erhalten, oder in sehr steiler Richtung aufwärts zu fliegen.

Was demnach an Kraft bei der Flugarbeit der specifisch leichten Insekten etwa gespart wird, geht in der Geschwindigkeit wieder verloren. Somit würde für die Insekten zunächst dieselbe Muskelkraft zu den Flugleistungen in Anspruch zu nehmen sein, wie bei den specifisch schwereren Flugthieren. Da aber ausserdem bei der Flugarbeit auf der Stelle in der Reibung, welche in dem gasförmigen Medium, der Luft, mehr als anderswo stattfindet, ein unverhältnissmässig grosser Theil der Kraft verloren geht, — wozu hätten sonst die Vögel sogar nöthig, bei dieser Arbeit so gewaltsame Flügelanstrengungen zu machen, — so ist sicher, dass die Kraft der Insekten eine bedeutend grössere sein muss, als diejenige der höher organisirten Flugthiere. Es erscheint daher völlig unbegründet, wenn Herr Platte in dem Seite 25 aufgestellten Satze: „Bestünde eine Mücke aus derselben Masse wie der Albatros, so würde sie zu ihrer Erhebung relativ für gleiches Volumen 350 mal mehr Kraft wie jetzt bedürfen, weil die Masse der Mücke nur ein- bis zweimal so schwer wie die Luft ist, wogegen die Masse des Albatros wohl 700 mal so schwer wie die Luft sein wird“ den nach seiner Angabe specifisch leichtesten Flugthieren, den Mücken, eben wegen dieser Eigenschaft eine geringere Kraft beimisst. Die den Insekten innewohnende Energie ist sicher bedeutend grösser als die aller anderen Fluggeschöpfe, wie könnte sonst eine Mücke, welche nach Herrn Platte sich in ihrer Masse so wenig von der Luft unterscheidet, dem Menschen einen Stich beibringen, welcher die Haut nicht nur reizt, sondern zum Anschwellen bringt, also jedenfalls die äussere Haut des menschlichen Körpers durchdringt. Die Kraft der Insekten ist ja fast sprichwörtlich geworden.*)

Trotz alledem ist die leichte Mücke ein Spiel jedes Lufthauchs.

Weil nun zweifelsohne den Insekten verhältnissmässig weit mehr Muskelkraft innewohnt, als den sonstigen Flugthieren, sie also auch mehr Geschwindigkeit in ihren Bewegungen entwickeln können als diese, ihre Flugleistung aber dennoch eine so geringe ist, dass sie bei einigem Winde in der Luft machtlos sind, so muss, da die Grösse der Bewegung nach den

---

*) Ich habe beobachtet, dass manche geflügelte Insekten sich urplötzlich so fest, selbst an harter Unterlage anklammern können, dass man sie mit stärkstem Blasen nicht von der Stelle zu bringen vermag.

Lehrsätzen der Mechanik ein Produkt aus M a s s e und Geschwindigkeit ist, geschlossen werden, dass gerade die geringe Dichtigkeit ihres Volumens, wodurch sie sich von den Vögeln ganz besonders unterscheiden, das Hinderniss ist, welches ihrer so kraftvollen Flugleistung entgegen steht.

Es hat daher jeder nach demselben Princip des möglichst geringen specifischen Gewichts künstlich hergestellte Flugkörper nur dieselbe Aussicht. Der Beherrscher des Luftraumes auch im Sturme aber ist der schwere Segler Albatros, e r e r h e b t s o g a r s e i n K ö r p e r g e w i c h t o h n e F l ü g e l s c h l a g, wenn er nur von einer geringen Höhe sich herabzulassen im Stande ist.

Sollte aber Herr Platte sein Project wirklich nur darauf abgezielt haben, eine blosse Höhe für künstliche Flugkörper zu erreichen? Dafür dürfte es doch andere mechanische Vorrichtungen in Menge geben!

Es fragt sich nun, durch welche Mittel die Vögel eine Vergrösserung der Luftsäule während der Flugbewegung, also die Eigengeschwindigkeit erlangen.

Eine Eigengeschwindigkeit ist nur erzielbar durch Flügel, welche wirkliche Hebel darstellen und in ihren Stütz- und Drehpunkten derartig angeordnet sind, dass sie die vertical wirkende Schwere sofort mittels einer elastischen Gelenkbewegung in horizontale Zugkraft umsetzen und dem Flugverlaufe entsprechend bald mehr, bald weniger vorwärtsschnellend in horizontaler Richtung ausschlagen.

Man unterschätzt den Wert des Hebels in der Mechanik noch immer, weil seine Wirkung durch das Gesetz festgelegt ist: „Die abgegebene Arbeit einer Maschine kann nie grösser sein als die empfangene "

Es ist aber ein Anderes, ob auf einen Hebel nur eine gewöhnliche Maschinenkraft einwirkt oder eine Naturkraft wie die bewegte Luft. Im ersteren Falle kann die bewegende Kraft nur an einem bestimmten Punkte des Hebels einsetzen, wogegen sie im letzteren Falle die ganze Fläche des Hebels bestreicht und daher in sämmtlichen Hebelelementen zur Geltung kommt. Aus diesem Grunde ist die Arbeitsleistung der Windflügel eine so grosse, dass ihr Effect stärker ist, als der Winddruck, welcher die Flügel trifft, und ein Windflügelapparat, welcher als Motor zur Bewegung eines Wagens oder eines Schiffes angeordnet ist, diese Fahrzeuge mit Hülfe von Propellerschrauben oder Rädern gegen den Wind vorwärts bewegt. Es ist dies bereits vor Jahren durch Versuche von mir festgestellt und daher für mich unumstössliche Thatsache. Ob und wann auch die Wissenschaft mit ihr rechnen wird, muss freilich der Zukunft überlassen bleiben.

Für die Flugtechnik aber kommt ein Hebel in Betracht, welcher seine Kraft durch verticalen Luftdruck erhält und einen unverhältnissmässig geringeren Widerstand in der Vorwärtsrichtung zu überwinden hat als Windflügel. Letztere bieten dem Winde und dem Luftwiderstande eine grosse Fläche, welche nur wenig gegen die Windrichtung geneigt ist, ersterer

dagegen zeigt fast nur eine scharfe Kante, und es ist demgemäss der Effect in der Luft ein entsprechender, wie die grossen Segelvögel durch ihre gewaltige Flugleistung imponirend erhärten. Die bisher für Flugapparate construirten Flügel sind nicht als Hebel im Sinne einer Horizontalwirkung anzusehen, sie sind meistens nur für verticalen Flügelschlag berechnet, bei den drachenähnlich wirkenden Apparaten sind sie steif mit dem Körper verbunden und als Hebel überhaupt wirkungslos.

Der Vogelflügel functionirt als Hebel im Kugelgelenk des Schulterknochens, welches Gelenk nach dem Willen des Vogels jede Bewegung ermöglicht. Die beiden anderen Hauptflügelgelenke haben hauptsächlich den Zweck, eine richtige Winkellage der Flugfläche herzustellen und die Kugelgelenkbewegung zu unterstützen.

Diese Gelenke sind automatisch bezüglich ihrer Function nachahmbar durch ein bestimmtes Nebenachsensystem, welches der von mir erfundenen Propellerschraube für Luftschiffe zu Grunde liegt, und durch welches die Flügel als Hebel diejenige Bewegung zu machen gezwungen sind, welche für den Segelflug erforderlich ist.*)

Die so erzeugte, stets in elastischer Spannung befindliche Hebelbewegung ergiebt einen sofortigen Zug der Flügel in der Vorwärtsrichtung, welcher sich im Vorwärtsschnellen der Flügel äussert, sobald die Schwerkraft nur zu wirken beginnt, d. h. sobald der Segelapparat auf die Luft losgelassen ist. Hierdurch wird die Luftsäule, auf welcher der Apparat m Augenblicke des Loslassens ruht, bereits im nächsten Augenblicke um ein Vielfaches in der Horizontalen vergrössert, die Reibung in der Luft vermieden, und es tritt eine Eigengeschwindigkeit ein, welche den Flugapparat steuerfähig macht.

Dieser zeigt je nach der Stellung des Steuers bei nicht zu starker Luftbewegung regelmässige kreisende Bewegungen in wellenförmiger Flugbahn, er überschlägt sich niemals und erreicht nach kürzerem oder längerem Schweben den Erdboden stets in richtiger Gleichgewichtslage.

Da die bisher unter Aufbietung aller Hülfsmittel der Wissenschaft zur Erreichung der Steuerbarkeit in der Luft hergestellten Flugflächen stets unvorhergesehene Bewegungen machten, sich überschlugen und zuletzt mit solcher Gewalt unten ankamen, dass sie in Trümmer gingen, eine Steuerbarkeit von Flächen in der Luft also unmöglich erschien, so wird der Apparat, welcher dieses Problem gelöst hat, den besten Beweis liefern für die Richtigkeit der von mir vertretenen Grundanschauungen des Fluges.

In welcher Weise seine Einrichtung die Grundlage zu bilden haben wird für weitere Vervollkommnungen zur baldigen Herstellung eines allen Anforderungen genügenden Segelflugapparates, mag hier unerörtert bleiben.

*) Das Princip der schiefen Ebene, welches allen Propellerschrauben zu Grunde liegt, findet sich hier ausser in der Flügelfläche auch in der Achslage vertreten.

Kleinere Mittheilungen.

Wie prüft man Flugapparate auf ihren heuristischen Werth? Die Lösung des Flugproblems ist eine technische Aufgabe, deren correcte Ausführung unmittelbar und unabweisbar an den Erfinder die Aufforderung stellt, er habe mit irdischen Mitteln einen Flugkörper herzustellen, welcher genau analog dem Vogel die nämliche Kraft, das gleiche Gewicht, die genaue Form, das übereinstimmende Volumen und die congruente Flächenbeweglichkeit besitzt.

Nur derjenige, welcher sich zu rühmen vermag, alle diese mechanischen Attribute in seinem künstlichen Apparate vereint zu haben, wird als wirklicher Erfinder der Luftschiffahrt, welche genau das nämliche wie der Vogel leistet, betrachtet werden können; jede Abweichung von diesem von der Natur aufgestellten Programm und sei dieselbe scheinbar auch noch so unbedeutend, wird zur Folge haben müssen, dass der hergestellte neue Apparat in der einen oder der anderen Beziehung schlechter als der Vogel functioniren wird, was soviel bedeutet, dass der Erfinder des mit dem Vogel nicht genau mechanisch übereinstimmenden Apparates das Flugproblem höchstens theilweise, aber nicht vollständig gelöst habe.

Man muss sich freilich da die Frage stellen, ob es wohl möglich sein wird, die Natur durch ein menschliches Werk so getreu zu copiren und ob eine vollständige Lösung des Flugproblems überhaupt möglich sei; aber der Werth des ausgeführten Apparates wird immer darnach beurtheilt werden müssen, in welchem Grade es dem Erfinder gelungen ist, seinem Flugapparate die mechanischen Attribute des Vogels anzueignen. Man wird also darauf angewiesen sein, wenn es sich darum handelt, ein fertiggestelltes Luftschiffproject bezüglich seines heuristischen Werthes zu prüfen, zuerst zu untersuchen, ob dasselbe alle mechanischen Attribute des Vogels ganz oder nur theilweise besitzt.

Nimmt man eine solche Prüfung an den bisher bekannt gewordenen Luftschiffprojecten vor, so erkennt man bald, dass die idealen Bedingungen, an welche die vollständige Lösung des Flugproblems unausweichlich geknüpft sind, bisher noch von keinem Erfinder ganz erfüllt wurden und daher auch noch kein Entwurf besteht, welchem die Siegespalme zuzuerkennen wäre, obwohl nicht zu läugnen ist, dass mit der forteilenden Zeit nach und nach immer bessere, dem Ideale sich annähernde Projecte zu Tage getreten sind, was die Hoffnung nährt, dass es den menschlichen Bestrebungen doch endlich gelingen wird, diese grösste Aufgabe, welche an die constructive Technik noch je gestellt wurde, ganz und vollständig zu lösen.

Es ist nicht uninteressant zu untersuchen, in wieweit es den verschiedenen Erfindern gelungen ist, sich dem Ideal anzunähern.

Das Project Rénard und Krebs weicht von den mechanischen Attributen, die der Vogel besitzt, sehr weit ab. Das Schiff ist leichter als der Vogel, kann also das gehobene Gewicht nicht als Triebkraft benutzen, es kann daher auch nicht segeln, weil es überdies der Stützflächen des Vogels entbehrt; seine Form entspricht nicht der Gestalt des Vogels und endlich sein Volumen übersteigt das des Vogels sehr gewaltig. Es ist daher nur natürlich, dass dieses Schiff die an dasselbe geknüpften Erwartungen nicht zu erfüllen vermochte.

Die Drachenflieger, wie dieselben von Kress, Langley, Hauvel, Maxim, etc. projectirt werden, sind viel schwerer als der Vogel und sie besitzen keine Beweglichkeit der Stützflächen.

In Folge dieser Abweichungen von der Natur vermögen dieselben nicht langsam aufzufliegen, sie können die Geschwindigkeit nicht nach Erforderniss vermehren oder vermindern, den Segelflug können sie nicht ausführen. Die Drachenflieger besitzen daher gerade die markantesten mechanischen Attribute des Vogels nicht und werden aus diesem triftigen Grunde kaum je bedeutende Erfolge erzielen.

Das Hauenfels'sche Segelflugschiff ist viel schwerer als der Vogel, besitzt aber die Kraft des Segelvogels, die nämliche Flächenbeweglichkeit und weicht weder in der Form noch im Volumen von dem Vogel ab.

Aber die einzige Incongruenz bezüglich des Gewichtes genügt, um die Ausführung solcher Luftschiffe auf einen noch sehr fernen Zeitpunkte zu verlegen, denn die durch das grosse Gewicht herbeigeführten Gefahren, welche mit dem Abfluge verbunden sind, vermindern den heuristischen Werth dieser Combination sehr erheblich.

Die nach dem Principe der theilweisen Entlastung entworfenen Luftschiffe besitzen zwar das Gewicht, die Kraft, die Form und die Flügelbeweglichkeit genau congruent mit dem Vogel; sie weichen aber bezüglich ihres Volumens von dem Vorbilde ab.

Diese Incongruenz mit dem Vogel hindert zwar nicht, dass diese Schiffe genau so wie die Vögel fliegen; denn sie steigen durch eigene Kraft, sie haben die Fluggeschwindigkeit in ihrer Gewalt, sie vermögen zu segeln und zu schweben, aber sie vermögen die Fluggeschwindigkeit des Vogels erst durch nachträgliche Belastung zu erreichen, da ihr Volumen grösser als jenes des Vogels ist.

Diese Abweichung von der Natur wird zwar bei diesen Schiffen dadurch theilweise unschädlich gemacht, dass die Propeller beim Abwärtsflug nach abwärts drücken können, ein Vermögen, dessen der Vogel nicht fähig ist, und ausserdem ist gegründete Hoffnung vorhanden, dass die Maschinenindustrie bald Motoren erzeugen wird, welche per Pferdekraft weniger als 40 kg. wiegen, sodass das Volumen dieser Schiffe, weil dadurch kleinerer Entlastungsraum erfordert wird, endlich dem Vogelvolumen angenähert werden kann. Aber man muss zugestehen, dass die nach dem Principe der theilweisen Entlastung geplanten Schiffe das Ideal noch nicht erreichen, obwohl die Abweichung dieser Schiffe von den mechanischen Attributen des Vogels nur mehr in sehr geringem Grade, daher weniger schädlich als bei anderen Projecten vorhanden ist.

Das Wellner'sche Segelradflugschiff*). welches in seinen Details dermalen noch zu wenig beschrieben ist, um seinen heuristischen Werth ganz genau declariren zu können, wird, wenn die Voraussagungen des Erfinders genau so zutreffen, wie er angiebt, die Kraft, das Gewicht, die Form und das Volumen übereinstimmend mit dem Vogel besitzen und daher auch wie der Vogel fliegen, aber nur wie jene Flugthiere, welche kein Segelvermögen besitzen. Das Wellner'sche Schiff besitzt nämlich nach seiner veröffentlichen Darstellung keine Segelflächen, es kann also während seines Fluges die Tragkraft der unter ihm befindlichen Luft niemals ausnutzen und ist in Folge dessen gezwungen, das Schiffsgewicht immer durch den Motor zu bewältigen oder was das Nämliche ist, es muss die Schwebearbeit unausgesetzt leisten.

Dadurch ist ein grosser Kraftaufwand bedingt und trotzdem nur eine geringe Gewichtsleistung möglich. Wenn daher auch unläugbar die Wellner'sche Erfindung einen grossen Fortschritt bedeuten kann, so ist mit ihm doch noch immer nicht die ideale Lösung des Flugproblems erreicht, denn es fliegt zwar schnell, aber es fliegt nur wie die Insekten und nicht wie die Segelvögel, welch letztere ausser dem raschen Flug noch die so hoch werthende Eigenschaft besitzen, grosse Lasten durch die Luft befördern zu können.

Die Abweichung von den mechanischen Attributen des Vogels beim Wellner'schen Segelradluftschiff ist insofern auch höchst bedenklich, weil der gänzliche Mangel an Segelflächen und deren nützlicher Fallschirmwirkung die Befürchtung wachruft, dass, wenn durch ein Gebrechen an der maschinellen Einrichtung die Drehung der

---

*) Näheres hierüber siehe Protokoll der Sitzung des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt vom 27. November 1893 am Schlusse dieses Heftes.
Die Red.

Segelräder irgend unterbrochen würde, dass Schiff zur Erde stürzen und zerschmettert werden müsste.

Wie man aus dieser objectiven Darstellung leicht erkennen mag, **ist dermalen** noch nicht die Zeit gekommen, wo man mit gutem Gewissen zu behaupten **vermöchte**, das Flugproblem sei in wünschenswerther Art ganz gelöst und es wird noch vieler ernster Arbeit bedürfen, um dieses vorgesteckte Ziel zu erreichen. Aber das kann man mit Zuversicht sagen, dass das, was bisher geleistet wurde, die Hoffnung nicht unberechtigt erscheinen lässt, man werde in nicht allzu ferner Zeit ein Luftschiff herstellen lernen, welches wenigstens die meisten Wünsche befriedigen wird.

A. Platte.

Fortsetzung der Hermite'schen Experimente zur Erforschung der höheren atmosphärischen Schichten. Im vorigen Jahrgange dieser Zeitschrift S. 125 hatten wir über die von Hermite angestellten Versuche berichtet, vermittelst unbemannter und mit Registririnstrumenten versehener Ballons die Temperaturverhältnisse der höheren, dem Menschen unzugänglichen Schichten der Atmosphäre zu erforschen. Es war schliesslich gelungen, den 113 cbm fassenden Ballon „l'Aérophile“ am 21. März v. J. bis zur Höhe von 16000 m zu bringen und Angaben über die Temperatur jener Höhen zu erlangen. Leider waren die Thermographenaufzeichnungen infolge Einfrierens der Tinte unterbrochen und überdies, selbst nach dem Urtheile Hermite's, gerade in den grössten erreichten Höhen durch die intensive Sonnenstrahlung gestört. Man musste daher Sorge tragen, diese Uebelstände bei den weiteren Hochfahrten zu vermeiden.

Nach einem Berichte von Hermite im Novemberhefte der Zeitschrift l'Aérophile gelang es zunächst, eine Tinte zu fabriciren, die erst bei — 80° C. erstarrt; man führte ferner constructive Verbesserungen des Baro-Thermographen durch und endlich suchte man den Einfluss der starken Sonnen-Radiation dadurch abzuschwächen bezw. zu paralysiren, dass man den Apparat in ein luftiges Gestell brachte, dessen papierne Seitenwände aussen mit polirtem Silber belegt waren. Bei der auf- und absteigenden Bewegung des Ballons soll die an der Spirale des Thermographen vorbeistreichende Luft den Effect der Wärmestrahlung aufheben, im Gleichgewichtszustande aber d. h. in den Maximalhöhen der Fahrt soll diesen Dienst die Reflexion von den Silberspiegeln verrichten.

Das erste Moment scheint auch uns, wie wir schon in dem oben citirten Artikel angedeutet hatten, ausreichend zu sein oder wenigstens bedeutend herabmindernd zu wirken, wenn nur die verticale Geschwindigkeit gross genug ist. Dagegen dürfte für die Beseitigung des Strahlungseffectes bei geringer oder gar fehlender Verticalbewegung nicht genügend gesorgt sein. Zunächst werden die Silberspiegel doch nicht absolut reflectiren und um so weniger, wenn sie durch Regen und Wolken gegangen sind, die auf ihnen immer einen die Reflexion störenden Niederschlag auch nach der Verdunstung zurücklassen werden — schon Experimente an der Erdoberfläche werden dies deutlich erkennen lassen —, und ferner ist keine Gewähr vorhanden, dass nicht Sonnenstrahlen in das Innere des Gestelles gelangen und durch Rückstrahlung den Thermographen beeinflussen können, da ja der Abschluss durch die Silberspiegel kein allseitiger ist und naturgemäss auch nicht sein kann. Die Gefahr der Erwärmung der Instrumente über die Lufttemperatur war somit nach wie vor vorhanden.

Zur Bestimmung der Temperatur des Gases im Ballon wurde nahe dem Scheitel und in der Mitte des Ballons je ein Maximumthermometer und etwa 2 m über dem Appendix ein Richard'scher Thermograph aufgehängt; auch hier dürfte der eigentliche Zweck kaum erreicht werden, da ja die Thermometer durch Strahlung von der stark erhitzten Ballonhülle sich über die Gastemperatur erwärmen müssen.

Man hatte somit von einer zweiten Fahrt wiederum nur ungewisse oder nur angenähert richtige Resultate zu erwarten.

Ein solche fand nun am 27. Septbr. bei wesentlich ungünstigerer, regnerischer Witterung statt. L'Aérophile*) erhob sich um 11 Uhr Vorm. von der Gasanstalt la Vilette, wandte sich zuerst nach Nordost, dann nach Ost und verschwand schon nach 3 Minuten in den Wolken. Er kam nieder um 4^h 22^m p nahe Grafenhausen im Grossherzogthum Baden, 450 km (Luftlinie) von Paris entfernt. Durch unvorsichtige Annäherung einer Laterne explodirte er leider bald nach der Landung, doch wurden die Instrumente und ihre Registrirungen gerettet.

Die letzteren sind bedauerlicherweise ganz lückenhaft, da der Thermograph nur bis etwa $1^1/_2$ p, wo — 40° notirt sind, und von 4p bis zur Landung zeichnete, der Barograph aber schon vor $11^1/_2{}^a$ versagte und später ganz kurz vor der Landung nur noch einige Minuten functionirte. Und selbst diese lückenhaften Angaben erscheinen ganz unzuverlässig. In einer Höhe von 8600 m, wo das barometrische Diagramm abbricht, zeigte der Thermograph — 20° an, was gegen alle bisherigen Angaben oder Annahmen für jene Höhen viel zu hoch sein würde; als Temperaturabnahme pro 100 m würde sich hieraus, da die Temperatur in Paris etwa + 10° betrug, nur 0.°3 ergeben. Andererseits ist die Temperaturaufzeichnung bei der Landung (— 4°) wesentlich zu niedrig, wie durch directe Beobachtungen festgestellt wurde. Hermite erklärt diese offenbaren Unrichtigkeiten durch ein Zurückbleiben des Thermographen.

Aus der unterbrochenen Barographencurve kann man immerhin ersehen, dass die mittlere Geschwindigkeit des Aufstieges 7 m. p. s., des Abstieges 2 m. p. s. betragen hat — d. i. nicht viel anders als bei der ersten Fahrt.

Als Maximaltemperatur des Ballongases wurde + 18° abgelesen. Diesen sehr geringen Werth erklärt Hermite damit, dass der Ballon von der Sonne nicht beschienen worden ist — bei der Höhe von mehr als 9000 m unseres Erachtens eine sehr gewagte Annahme! —

Es ist zu hoffen, dass sich die Franzosen durch die wenig zufriedenstellenden Erfolge nicht entmuthigen lassen, sondern dass sie diese höchst interessanten Versuche mit sorgfältiger geprüften Instrumenten und auf Grund besserer Methoden fortsetzen und sodann bessere Erfolge erzielen werden. Wir wünschen dazu aufrichtig Glück. Kr.

Professor Martin's neuere flugtechnische Arbeiten. Von Prof. Ludwig Martin liegen zwei flugtechnische Arbeiten vor. Die erste derselben „Allgemeine Theorie des Vogelfluges" basirt auf folgenden 4 Hypothesen: 1) der Flügel geht innerhalb eines gewissen Winkelraumes auf und ab; 2) beim Niedergang fängt er den Stoss der Luft auf, dieser hebt das Thier; 3) beim Anhub weicht er dem Stoss der Luft aus; endlich 4) nimmt der Druckpunkt, wenn ein Schweben stattfinden soll, beim Niedergang genau diejenige Geschwindigkeit an, die der Körper während der Niedergangszeit erlangen würde, wenn das Thier mit starr ausgebreiteten Flügeln bei aufrechter Lage des Körpers dem freien Falle sich überlassen würde.

Nachdem der Verfasser die Unzulänglichkeit der Physiologen zur Klarstellung der Vorgänge beim Vogelfluge besprochen, hebt er hervor, dass zu den genannten Forschungen das Vertrautsein „mit dem ganzen Apparat der mathematischen Analyse" erforderlich sei und entwickelt in einer grossen Zahl von Gleichungen die Relationen zwischen dem Gewicht des fliegenden Körpers, der Beschleunigung der Schwere, der Zahl der Flügelschläge und der Flugarbeit. Zum Schluss leitet der Verfasser seine auf oscillirende Flügel sich beziehende Theorie auf eine nur nach

*) Ueber die Gewichtsverhältnisse dieses Ballons sei folgendes bemerkt: Hülle aus dreifacher Goldschlägerhaut 11 kg, Netz 2.5 kg, die Instrumente nebst Zubehör 3.8 kg, Sonstiges 0.2 kg — insgesammt also 17.5 kg.

einer Richtung rotirende Bewegung über und schildert darauf in der zweiten Arbeit einen Apparat, welcher diesen Uebergang praktisch ermöglichen soll. Es handelt sich um die rotirende Bewegung radial stehender langer, schmaler Flügel um eine horizontale Achse, wobei die Flügel beim Niedergang mit möglichster Hebewirkung auf die Luft drücken, während beim Aufgang der Flügel der Luftwiderstand möglichst eliminirt ist. Diesen Zweck erreicht Prof. Martin dadurch, dass er die Flügel während ihrer Aufwärtsbewegung an die Radachse heranklappen lässt, sodass sie nur während des Niederschlagens ihre radiale, wirkungsvolle Stellung einnehmen. Es scheint dies die einfachste Methode zu sein, um die Flügelschlagwirkung durch eine rotirende Bewegung zu ersetzen. L.

Homeister's Luftschiff ohne Ballon. J. H. Homeister in Hamburg hat ein Patent auf ein Luftschiff ohne Ballon erhalten.

Das Luftschiff ruht auf 4 Rädern, sodass es auch auf der Erde sich bewegen kann. In der Mitte trägt es einen Mastbaum mit einem grossen Querbalken an seinem oberen Ende. Der Querbalken dient als Lagerung von 10 neben einander liegenden Luftschrauben mit verticalen Achsen, welche sämmtlich durch eine Schnur ohne Ende von der im Schiffskörper stehenden Maschine getrieben werden sollen. Eine ausreichend schnelle Drehung der 10 Schrauben muss eine Hebung des ganzen Systemes hervorbringen. Der Erfinder rechnet aber namentlich darauf, dass der Effect sich vergrössert, wenn gleichzeitig eine Vorwärtsgeschwindigkeit der Maschine erzielt wird. Zu diesem Zwecke lässt sich der Mastbaum vornüber neigen, sodass auch gleichzeitig die Schraubenachse eine Schrägstellung erhalten und ihre Drehung nicht nur hebend, sondern gleichzeitig ziehend wirkt. Hierdurch soll das Fahrzeug zunächst auf dem Boden vorwärts rollen und erst nach Erreichung einer genügenden Schnelligkeit sich in die Lüfte erheben.

Ergänzung zu dem Artikel „Meteorologische Höhenstationen". Bei der Zusammenstellung der meteorologischen Höhenstationen auf S. 306, Jahrgang 1893, dieser Zeitschrift sind, wie sich nachträglich herausgestellt hat, zwei in Deutschland gelegene nicht mit aufgeführt worden: Die Station auf dem Hirschberg in den Bairischen Alpen, in 1512 m Seehöhe, und diejenige auf dem Fichtelberg im Sächsischen Erzgebirge, 1213 m hoch gelegen. Sonach haben wir zur Zeit in Deutschland neun Gipfelstationen.

Ausserdem mag hier noch ergänzend bemerkt werden, dass, wie Professor Pickering im Decemberheft 1893 des American Meteorological Journal mittheilt, neben der meteorologischen Station auf dem Mt. Chachani vor kurzem eine weitere Höhenstation auf dem Mt. Misti errichtet worden ist, der sich wegen seiner isolierten Lage und sehr gleichmässig kegelförmigen Gestalt ganz besonders dazu eignet, eine Beobachtungsstation auf seinem Gipfel zu tragen. Der genannte Berg liegt im Nordnordosten von Arequipa, etwa 10 km von diesem Ort entfernt und erhebt sich bis zu einer Höhe von 5852 m; hier befindet sich die meteorologische Stationi welche von Prof. Bailey im Oktober des vorigen Jahres errichtet wurde (siehe Februarheft 1894 der oben genannten Zeitschrift). Wie auf dem Mt. Chachani hat man auch hier davon abgesehen, ein solides Gebäude aufzuführen und einen ständigen Beobachter daselbst Aufenthalt nehmen zu lassen; es wurden nur zwei kleine Hütten errichtet, von denen eine die Instrumente enthält, während die andere dazu bestimmt ist, den die Station besuchenden Personen ein Unterkommen zu gewähren. Ausser mehreren Quecksilber-Thermometern sind Barograph, Thermograph, Hygrometer und Anemometer vorhanden. Die Uhren der selbstthätigen Instrumente gehen zehn Tage, so dass ein Besuch der Station durch einen Beamten des Observatoriums von Arequipa behufs Aufziehens der Uhren, Auswechselung der Streifen u. s. w. nur drei Mal monatlich zu geschehen hat. Um das Besteigen des

Berges zu erleichtern, hat Prof. Bailey einen Pfad dorthin anlegen lassen, so dass man jetzt im Stande ist, den Gipfel zu Pferd zu erreichen. — Die nunmehr in Thätigkeit befindliche Station auf dem Mt. Misti ist zur Zeit die höchstgelegene der Welt da sie die auf dem Mt. Chachani um mehr als 700 m überragt und noch um 1040 m höher gelegen ist als das Observatorium auf dem Mont Blanc.

G. Lachmann.

Rudolf Mewes' Erklärung zum Buttenstedt'schen Flugprincip. Damit nicht „aus seinem bisherigen Stillschweigen in unserer Zeitschrift falsche Schlüsse gezogen werden könnten", ersucht uns Herr Mewes um Aufnahme der nachfolgenden Erklärung, welche wir im Hinblick auf seine frühere eifrige Mitarbeit an der Zeitschrift für Luftschiffahrt nicht ablehnen zu dürfen glaubten.

„Da die Anhängerschaft Buttenstedts in der Zeitschrift mehrfach angegriffen worden ist, und ich als erster und stetig für die Buttenstedt'sche Flugtheorie eingetreten bin, so erkläre ich diesen allgemeinen Angriffen gegenüber, dass ich nach wie vor für die Richtigkeit jener Flugtheorie aus technisch wissenschatlichen Gründen einstehe, wie mein in der Polytechnischen Gesellschaft im April 1893 gehaltener Vortrag beweist. Auf die nicht direkt gegen mich gerichteten allgemeinen Angriffe zu antworten, kann ich mir um so mehr ersparen, als grösstentheils die Verfasser trotz ihrer Gegnerschaft und zur Schau getragenen Selbständigkeit gerade in den Fällen, wo sie Erfolge erzielt haben oder im Rechte sind, nach meiner Meinung in dem Fahrwasser Buttenstedt's schwimmen.

Rudolf Mewes.

Berichtigung. Seite 284 des vorigen Jahrganges dieser Zeitschrift ist unter den Autoren, welche zum aëronautischen Congress in Chicago Beiträge geliefert hatten, bei dem Artikel: „Flugmaschinen und Aëroplane" der Name W. Bosse aufgeführt. Nach einer Mittheilung des genannten Herren beruht dies auf einem Versehen, es muss vielmehr W. Kress heissen.

Litterarische Besprechungen.

L. Palmieri. L'Elettricità atmosferica osservata con globi aerostatici. Rendiconti dell' accademia delle scienze fisiche e matematiche di Napoli. (2a) 7, 184—187. 1893.

Ausser historischen Notizen über ältere Beobachtungen und Plänen für neue Untersuchungen werden Experimente von E. Sammola erwähnt, über dessen luftelektrische Messungen wir schon einmal (diese Zeitschrift, Jahrgang 1892, S. 216) berichteten. Es sind wiederum Versuche in Neapel mit dem gefesselten Ballon „Urania" gemacht worden, der bis zu fast 400 m Höhe aufgelassen wurde und einen zur Erde führenden Draht trug. Waren beide Drahtenden isolirt, so erwies sich das untere Ende stark positiv elektrisch, das obere schwach positiv. Wurde das untere Ende mit dem Boden verbunden, so war das obere stark negativ elektrisch.

R. B.

L'aéronaute. 1893. No. 5. Mai. Herr Leopold Desmarest beschreibt nach einem Auszug vom New-York-Herald eine vom Prof. Dr. Langley gebaute Flugmaschine. Dieselbe ist durch Zeichnung dargestellt und besteht aus zwei hintereinander angeordneten Aëroplanflächen, welche mit etwas erhobener Vorderkante durch zwei am Hintertheil des Apparates angebrachte Schraubenpropeller durch die Luft getrieben werden sollen. Das fischförmige Maschinengestell birgt vorn die Dampfmaschine, in der Mitte die 4 Kessel und hinten das Brennmaterial, bestehend aus gereinigtem Gasolin. Der Dampf wird nicht aus Wasser, sondern aus einem

schon bei sehr niedriger Temperatur verdampfenden Kohlenwasserstoff erzeugt. Die vordere Aëroplanfläche hat eine Breite von 1,07 m bei einer Länge von 12,20 m Die hintere Fläche ist etwas kleiner. Die Gerüste dieser feststehenden Flügel sind aus einer Legiruug von Aluminium und Stahl gefertigt und mit chinesischem Seidenstoff überzogen.

Besondere Sorgfalt wurde auf die Geheimhaltung dieser Flugvorrichtung verwendet. Die Herstellung erfolgte in einem geheimen Zimmer des Smithsonian-Instituts. Vier geschickte und zuverlässige Arbeiter mussten die Anfertigung unter Garantie der Geheimhaltung bei einem Stundenlohn von 2 fr. 65 übernehmen mit der Bedingung, den Rücken zu kehren oder an das andere Ende des Corridors zu gehen, sobald wegen des Transportes von Gegenständen der Raum von Anderen passirt werden musste. Ein Beamter musste beständig an einem Fenster der dritten Etage Wache halten, ob sich Jemand nahe, der zum Verräther werden könne. Ausserdem wurden zu diesen Arbeiten besonders die Zeiten der Ruhe, die Nächte und Sonntage verwendet. Zur Veranstaltung von Versuchen hat man sich vorgenommen, in eine entlegene Bucht des Potomacflusses zu gehen, um unbeobachtet zu bleiben.

Wie Herr Desmarest auf Grund vieler ähnlicher in Frankreich und England gescheiterter Versuche annimmt, soll wenig Hoffnung auf die Brauchbarkeit der Langley'schen Flugmaschine vorhanden sein. Flugmaschinen gelingen ja auch in der Regel nicht bei dem ersten Wurf, auch wenn so bedeutende Mittel, wie Herr Langley sie zur Verfügung hat, angewendet werden, jedoch eine derartige Aengstlichkeit, wie sie der amerikanische Forscher nach dem New-York-Herald an den Tag legt, scheint doch übertrieben. Sein Ruf wird sicherlich nicht darunter leiden, wenn auch seine flugtechnischen Leistungen nicht auf der Höhe seiner übrigen wissenschaftlichen Verdienste stehen. Ueberdies hat es die Welt nun ja doch erfahren, dass und wie Herr Langley das Flugproblem zu lösen unternommen hat. —

Studie über die Verticalbewegung von Ballons und über die Möglichkeit langen Verweilens in der Luft von A. F. Bowers. Verfasser will zur Erreichung seines Ziels die Beseitigung des Ballastes und den Schluss des Füllansatzes. Der Ballon soll im Innern ein Ballonet, gebildet aus zwei übereinander gezogenen Hüllen erhalten. Die innere dient zur Aufnahme von Ammoniakgas, die äussere zur Aufnahme von Luft. Die Füllung dieses Ballonets je nach den Umständen, die innere mit Ammoniakgas oder die äussere mit Luft soll jedem Substanzverlust vorbeugen und die Benutzung von Ballastsand für das Fahren überflüssig machen. Verfasser legt den Hauptwerth auf das Verfahren, welches er zum Freimachen des Ammoniakgases aus der wässrigen Lösung in Verschlag bringt. Er beabsichtigt nämlich nicht, wie Andere, die Lösung zu erwärmen, sondern er schafft einen luftleeren Raum über derselben und macht in dieser Weise das Gas frei. Er lässt freilich ganz dabei ausser Betracht, dass sein Luftballonet hierzu eine starre Form haben müsste, die den ganzen äusseren Luftdruck das Gleichgewicht zu halten vermöchte. Die Idee ist daher in der geplanten Ausführung fehlerhaft und undenkbar.

Antwort auf die Bemerkungen J. Bretonière's von Emile Veyrin.

Sitzung der Luftschiffahrts-Gesellschaft vom 2. März und 16. März. Die Mitglieder der École d'aérostation „La Française“, 42 an Zahl, werden einstimmig in die Gesellschaft aufgenommen. L. M.

L'aéronaute. Juni 1893. No 6. In dieser Nummer des französischen Journals findet man die ersten Veröffentlichungen über die Arbeiten der „Sous-comission de la résistance de l'air“ (Commission permanente civile d'aéronautique). Oberstlieutenant Touche, der Vorsitzende dieser Commission, schlägt einen Apparat zur

Bestimmung des Luftwiderstandes vor, und zwar in Form einer Fallmaschine, deren Fallkörper mit dem unter gewissen Winkeln befestigten, auf ihren Luftwiderstand zu untersuchenden Flächen versehen ist. Der Fallweg kennzeichnet sich durch elektrische Registrirung auf einem Papierstreifen und lässt dadurch auf die Geschwindigkeit und den Luftwiderstand schliessen. Diese Methode hat den Vorzug, dass die Centrifugalkraft keine störende Rolle spielt.

Als die Bewilligung staatlicher Mittel für die Untersuchung der Luftwiderstandsgesetze durch die Commission permanente civile d'aëronautique bekannt wurde, empfahl Herr Lilienthal dem Generalsecretair derselben, Herrn Hureau de Villeneuve, neben den ebenen Flächen auch die vogelflügelförmig gekrümmten Flächen zu untersuchen, indem die Letzteren voraussichtlich eine grössere Rolle in der Aviatik zu spielen berufen seien als die ebenen Flügel. Er erhielt jedoch auf seinen Vorschlag ein Schreiben des Herrn Villeneuve, dass man von der Untersuchung gewölbter Flächen keinen Nutzen sich verspreche, weil die Flügel doch so eben wie nur möglich gemacht werden müssten. Die Flügel seien Treiborgane für grosse Geschwindigkeiten, und wenn diese grosse Geschwindigkeit innegehalten werde, so sei die Kraft zur Hebung verschwindend klein. Je ebener aber die Flächen geformt wären, desto mehr seien sie geeignet, die Geschwindigkeit aufrecht zu halten. Gegen diese Beweisführung sind keine weiteren Ueberredungsversuche gewagt worden. —

Eine Druckschrift über eine Methode, den Luftwiderstand zu studiren, haben ferner die Ingenieure A. Dormenval und E. Cote eingereicht.

Dieselben wollen den Luftdruck gegen Flächen dadurch messen, dass sie letztere mittelst eines Hebelsystems mit einem Schwimmer in Verbindung setzen. Die Bewegungen des Schwimmers lassen sich gut aufzeichnen, und der Luftdruck ist aus diesen Aufzeichnungen leicht zu ermitteln. Der Apparat soll auf Schiffen oder Eisenbahnen angebracht werden. Wenn die Erschütterungen störend wirken sollten, wird eine cardanische Aufhängung des Apparates empfohlen. Die Bewegung soll bekannt, die Luft ruhig sein.

Die „Electrolyse des Wassers in der Industrie“, (Apparat des Majors Renard) behandelt den bereits bekannten Voltameter Renard's.

Den Schluss bilden die Berichte über die Sitzung der Luftschiffahrts-Gesellschaft am 6. Apr. 1893. L. M.

Vereinsnachrichten.

Protokoll der 6. (143.) Sitzung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt vom 27. November 1893.

Beginn der Sitzung kurz vor 8 Uhr.

Vorsitzender: Prof. Assmann, Schriftführer: Berson.

Nachdem der Vorsitzende den als Gast weilenden Vortragenden des Abends, Prof. G. Wellner von der Polytechnischen Hochschule in Brünn, im Namen des Vereines herzlich begrüsst hatte und die Namen der zur Mitgliedschaft angemeldeten Herren:

Excellenz v. Stosch, General der Infanterie z. D. in Oestrich im Rheingau,
Lieutenant Gottschalk von der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung und
Fabrikant Joseph Seiler aus Liegnitz

mitgetheilt, hielt Prof. Wellner unter Vorführung zahlreicher höchst instructiver Modelle und Apparate den angekündigten Vortrag über Bestimmung des Luftwiderstandes von Flächen im Winde und auf Eisenbahnen und über sein neues Flugmaschinenproject.

Der Vortragende begann mit dem Hinweis auf die ausgestellten von ihm selbst construirten Apparate zur Bestimmung des Luftwiderstandes güustigst geformter gewölbter Flächen im Winde und auf Eisenbahnen und folgerte aus dem Schlussergebniss der gewonnenen Resultate (welche auszugsweise in der Vereinszeitschrift publicirt wurden) auf die Ausführbarkeit dynamischer Flugmaschinen.

Weiters wurde der Segelflug der Vögel besprochen, anknüpfend hieran die vielfachen Drachenfliegerprojecte (von Kress in Wien, Lilienthai in Berlin, Philipps und Langley in Amerika, Hargrave in Australien, Koch in München) erörtert und auch die theoretische Möglichkeit solcher zugegeben, dagegen die Gefahr derselben beim Aufstieg und Landen, sowie die Schwierigkeiten des Erhaltens des Gleichgewichtes hervorgehoben.

Als Kriterion einer guten brauchbaren Flugmaschine wurde die Bedingung aufgestellt, dass man das Schweben an Ort und Stelle in freier Luft und die Erzielung sicheren Aufsteigens möglich mache.

Nach Erläuternng der in Bezug auf Arbeitsaufwand unökonomischen Wirkungsweise von rotirenden Luftschrauben mit geringer Steigungshöhe und nach Besprechung des Insektenfluges, insbesondere hinsichtlich des Stilleschwebens in freier Luft, ging Redner auf seinen neuen patentirten Segelradmechanismus über. Derselbe besitzt trommelartig angeordnete Tragflächen, welche durch eine gelenkige Stangenverbindung und fixe Excenter bei der Rotation des Rades derart um kleine Winkel hin und her geschoben wurden, dass sie sowohl in den Positionen des oberen Halbkreises als jenen des unteren Halbkreises beim Umlaufe in tragendem Sinne wirken.

Die Rippen der Tragflächen und die Radarme sind überdies nach Schraubenflächen geformt, damit bei der Rotation auch die für den axialen Flug erforderliche vorwärtstreibende Kraft erzeugt werde.

Auf Grundlage eines Querschnittsmodells von Holz, welches das Princip des Segelradmechanismus anschaulich machte, ferner unter Vorführung eines grösseren aus Eisen hergestellten Segelradapparates mit Handkurbelbetrieb zur direkten Messung der erzielten Hebekraft, sowie durch eine Zeichnung für ein grosses Luftschiffproject für 16 Personen und einer weiteren Zeichnung für eine Segelradflugmaschine kleinerer Gattung zum Zwecke von Vorversuchen, wurden die Vortheile dieser Methode von Flugmaschinen auseinandergesetzt.

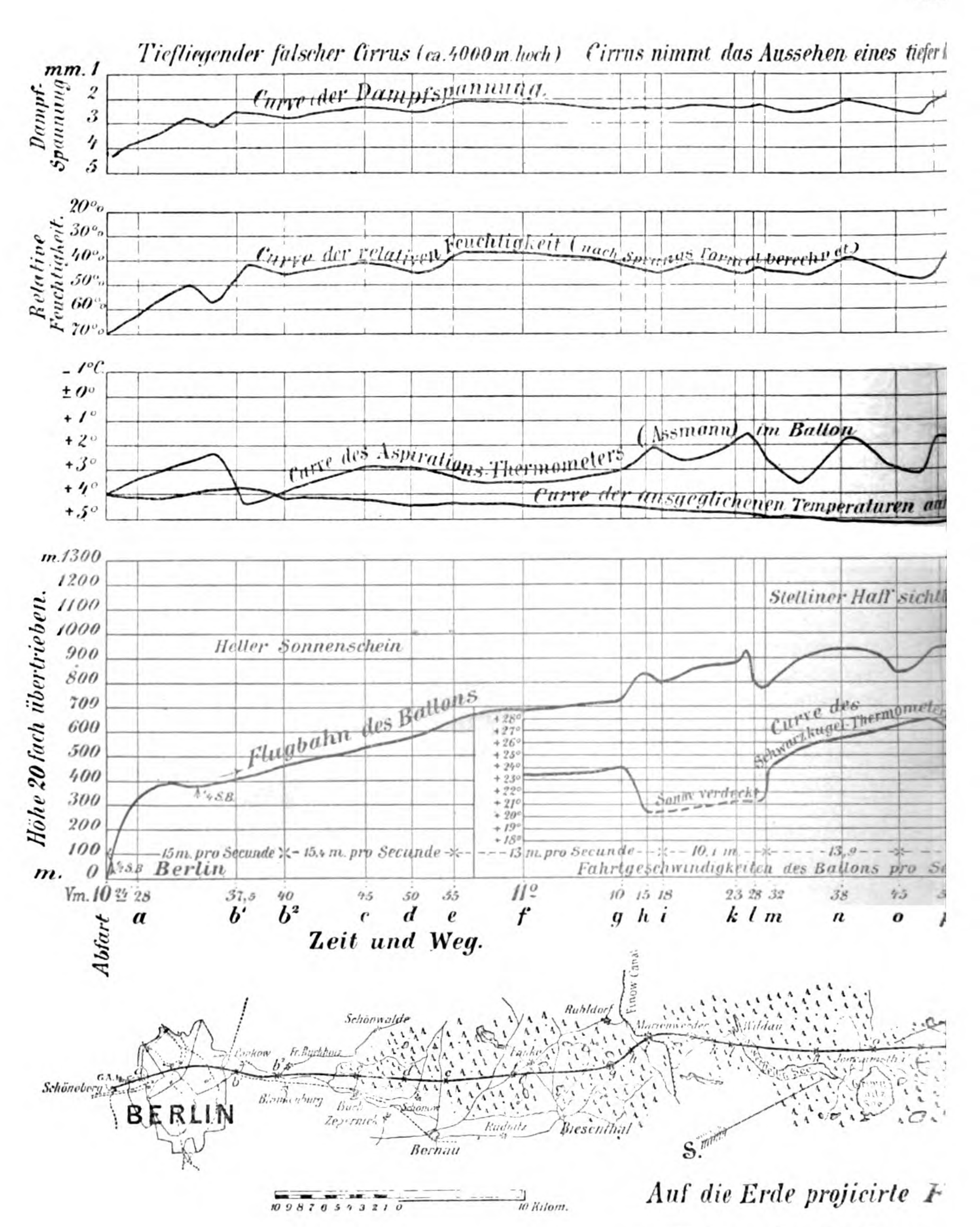
Die Sicherheit des Aufstiegs, die sichere Einstellung der Schrägstellung der Tragflächen, die technisch günstige Rotationsbewegung, der geringe Stirnwiderstand, die Stabilität der Anordnung, die erreichbare grosse Fluggeschwindigkeit wurden nacheinander betont und erläutert.

Zum Schlusse wurde noch auf die zu besiegenden Schwierigkeiten hingewiesen, welche der praktischen Ausführung solcher Segelradflugmaschinen entgegenstehn und der Wunsch ausgesprochen, dass auch in der Reichshauptstadt Berlin auf Grund entsprechender Vereinbarung die Realisirung des geplanten Projectes in Angriff genommen werde. —

Der das lebhafteste Interesse der Anwesenden erregende Vortrag, dem auch Geh.-Rath Prof. Reulaux beiwohnte, fand ungetheilten Beifall und wurde in der Discussion, an der sich ausser dem Vorsitzenden noch Herr Ingenieur Lilienthal, Prof. Dr. Müllenhof und Premierlieut. Gross betheiligten, allseitig hervorgehoben, dass das Flugmaschinenproject des Vortragenden als das bei weitem aussichtsvollste unter den bislang bekannt gewordenen erscheine. —

Die eingangs genannten Herren werden in den Verein aufgenommen und die Sitzung um 10¼ Uhr geschlossen.

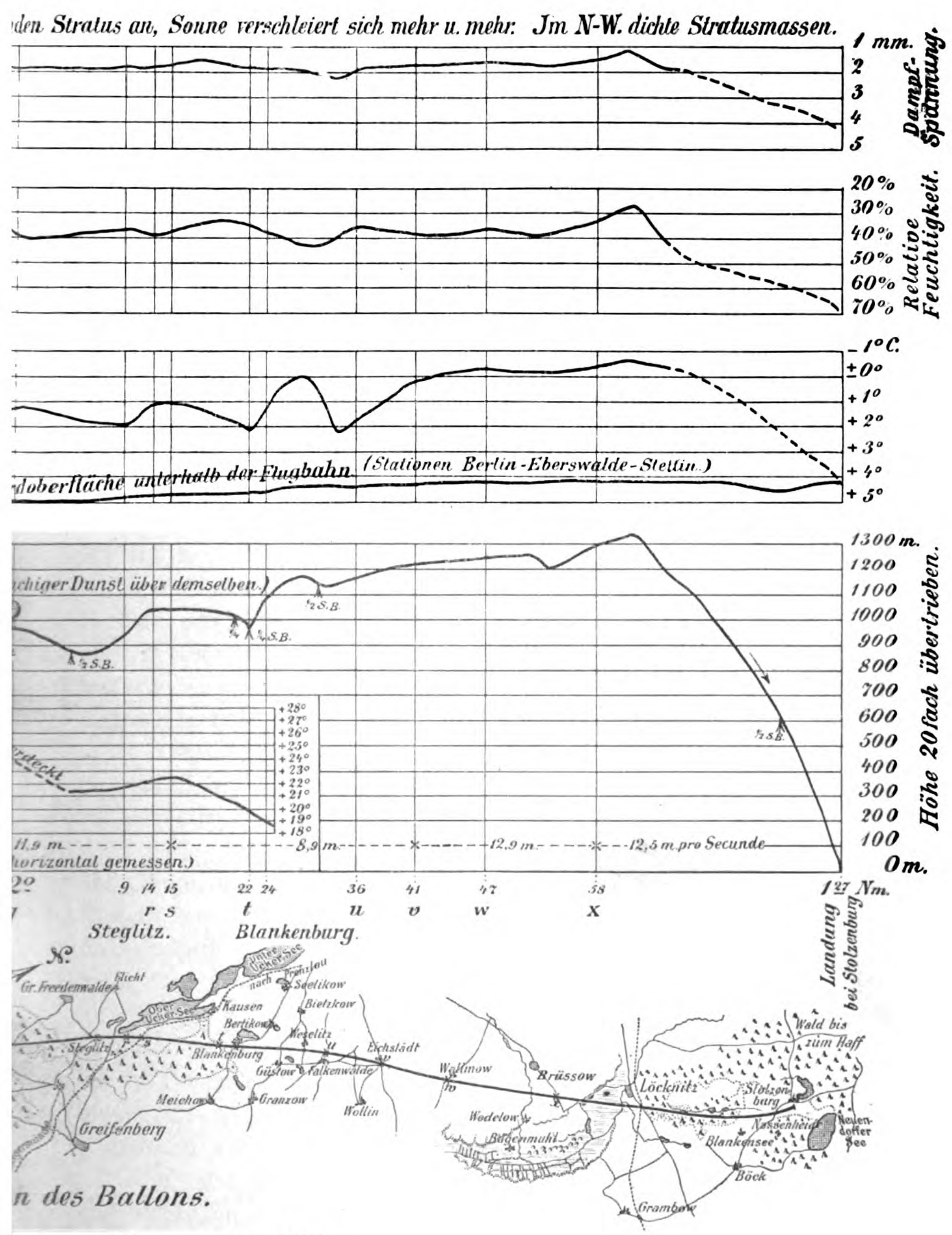
Berson.



Auf die Erde projicirte F

1. Fahrt des Ballons

I.



.·· am 30. Januar 1891.

Neue Untersuchungen über die physikalischen Verhältnisse der Atmosphäre mittels des Luftballons.

Eine Sammlung von Abhandlungen.

Herausgegeben von **Richard Assmann** in Berlin.

Seit dem Jahre 1892, in welchem der obige Sammeltitel zum ersten Male im Januarhefte dieser Zeitschrift und darauf folgend in den beiden nächsten Heften erschien, sind zwei volle Jahre vergangen, in welchem das mit frischem Muthe und guten Aussichten begonnene Unternehmen als „eingeschlafen" angesehen werden musste. Und doch ist merkwürdiger Weise gerade der gegentheilige Vorgang die unmittelbare Veranlassung zu dieser nicht erwarteten Unterbrechung geworden.

Nachdem im Jahre 1891 seitens des „Deutschen Vereines zur Förderung der Luftschiffahrt" 5 Freifahrten mit dem Ballon „M. W." des Herrn Killisch von Horn, ausserdem zahlreiche Aufstiege des Vereins-Fesselballons „Meteor" ausgeführt worden waren, traten wir, durch die bisherigen Erfolge ermuthigt, in die „Agitation mit grösseren Zielen" ein, welche gar bald in dem Maasse an Umfang und Aussichten wuchs, dass sie ihrer Vorläuferin, welche ihr zur unmittelbaren Grundlage gedient hatte, in recht undankbarer Weise die Lebensbedingungen schmälerte.

Nun aber die grosse Arbeit, durch die Namen „Humboldt" und „Phönix" charakterisirt, im vollen Gange ist, wird es hohe Zeit, sich des Versäumten zu erinnern.

So beginnen wir nun mit nicht minder frischem Muthe eine Fortsetzung der „Sammlung von Abhandlungen", welche, wie wir hoffen, in kurzer Folge Bericht erstatten soll über die inzwischen ausgeführten wissenschaftlichen Experimente mittels freier Auffahrten, von welchen z. Z. schon die stattliche Zahl von 24 vorliegt, und mittels des gefesselten Ballons „Meteor".

Um aber nicht das naturgemäss an die Fahrten der grossen Ballons „Humboldt" und „Phönix" geknüpfte grössere wissenschaftliche Interesse durch Innehaltung einer streng chronologischen Reihenfolge auf Monate hinaus zu verschieben, wird beabsichtigt, zwischen die Erörterungen der Auffahrten des Ballons „M. W." solche der ersteren einzuflechten.

So reiht sich nun an die in Heft 1. 1892 gegebenen „Vorbemerkungen" und an die in Heft 2. und 3. veröffenlichte Abhandlung über die „Erfordernisse einer Ballonfahrt zu wissenschaftlichen Zwecken" als dritte Abhandlung die folgende an:

Wissenschaftliche Ergebnisse der ersten Auffahrt des Ballons „M. W." am 30. Januar 1891.

Von **Richard Assmann.**

Der auf Kosten des um die Förderung wissenschaftlicher Ballonfahrten hochverdienten Herrn Kurt Killisch von Horn erbaute, 1200 cbm fassende Ballon „M. W." stieg am 30. Januar 1891 um $10^h\ 24^m$ a. m. von dem Terrain der Englischen Gasanstalt in Schöneberg bei Berlin zum ersten Male in die Lüfte, geführt von dem Lieutenant der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung Herrn Gross, während der Eigenthümer Herr von Killisch und der Verfasser dieser Zeilen an der Fahrt theilnahmen.

Die instrumentelle Ausrüstung des Ballons war folgende. Das vom Verfasser für Ballonzwecke construirte „dreifache" Aspirations-Psychrometer, dessen nähere Beschreibung im 2. Hefte der „Zeitschrift für Luftschiffahrt" vom Jahre 1890 p. 35 gegeben worden ist, wurde an der Spitze einer 2,5 m langen kräftigen Holzstange befestigt. Diese Stange war durch zwei in Augenhöhe an den Korbleinen angebrachte „Schlaufen" in der Weise gesteckt worden, dass man dieselbe, und mit ihr den Apparat, ohne Schwierigkeit bis zu 1,3 m Entfernung über den Korbrand hinausschieben und ebenso wieder heranziehen konnte. Auf diese Weise sollte der auf Grund von sorgfältigen Versuchen als „störend" anzusehende thermische Einfluss des Ballonkorbes und seiner Insassen vermieden werden, da das Instrument nur zum Zwecke der Ablesung kurz bis auf Sehweite dem Korbe genähert, sonst aber in ausreichend erscheinender Entfernung von demselben belassen wurde. Das Aufziehen des Laufwerkes für den Aspirator und die Zuführung von Wasser zu den beiden „befeuchteten" Thermometern erfolgte in den Zwischenpausen in der Weise, dass Ablesungen erst nach einer als genügend anzusehenden Zwischenzeit vorgenommen wurden.

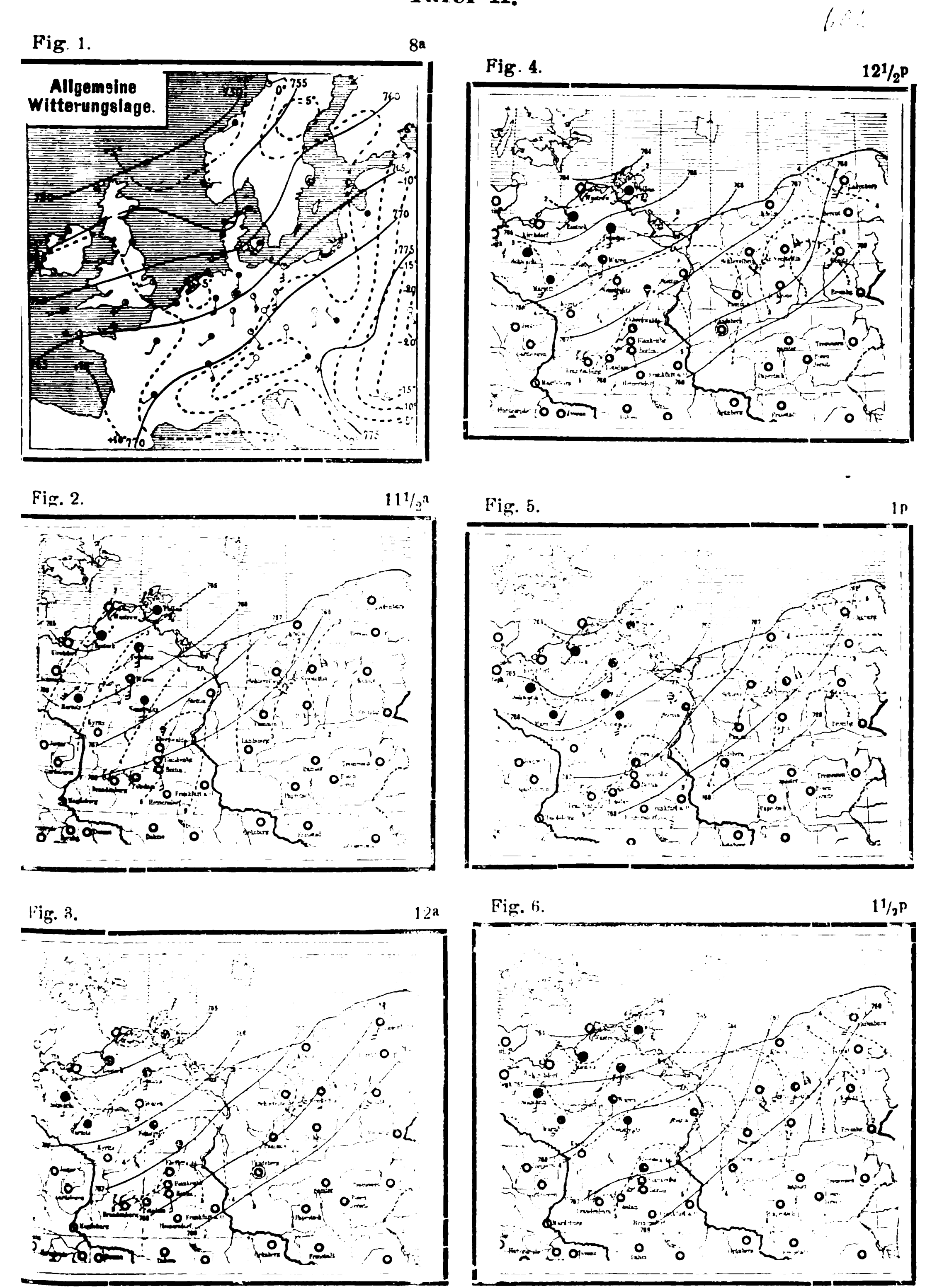
Ausser diesem wichtigsten Apparate wurde noch ein Schwarzkugel-Vacuumthermometer, ausserdem ein Fuess'sches compensirtes Gefässbarometer, ein Bohne'sches Aneroidbarometer und ein kleines Anemometer mitgeführt.

Wie in Heft 1. des Jahrganges 1891 p. 16 näher ausgeführt worden ist, schlug der Ballon, von einem munteren Südwinde ziemlich schnell geführt, den kürzesten Weg nach der Ostsee ein, indem er über die Stadt Bernau und den eisbedeckten Werbellinsee, weiterhin über die Südspitze des oberen Ückersees hinweg sich schnell dem westlichen Ufer des Stettiner Haffs näherte, sodass schon um $1^h\ 27^m$ in der Nähe von Stolzenburg gelandet werden musste.

Weitere Einzelheiten über die Flugbahn des Ballons geben die graphischen Darstellungen auf der beiliegenden Tafel I.

Dieselbe zeigt folgende Eigenthümlichkeiten. Unmittelbar nach dem Aufstiege schlug der Ballon die Richtung nach N 10^0 E ein, welche in der Höhe von 400 m und über der nördlichen Weichbildgrenze von Berlin eine Ablenkung nach rechts um 30^0 erfuhr, bald darauf aber in 460 m Höhe nach N 30^0 E zurückging. Diese Richtung behielt der Ballon bis zum

Tafel II.



Witterungsverhältnisse bei der Fahrt des Ballons „M. W.“ am 30. Januar 1891.

Punkt *g*, entsprechend der Höhe von 720 m, nahezu unverändert bei, führte dann aber während eines schnelleren Aufsteigens bis 830 m eine kurze Linksschwenkung um 35° aus, sodass sich sein Weg nach N 5° W richtete. Nachdem der Ballon jedoch wieder auf 800 m gefallen war, drehte er wieder nach N 30° E zurück und behielt trotz fortgesetzten Steigens diese Richtung bei bis Punkt *r*, wo in 1040 m Höhe ein langsames Abschwenken nach rechts um 3°, und weiter bei Punkt *v* und in 1230 m Höhe um 6° erfolgte, sodass die Fahrtrichtung in der grössten Höhe bis zu 1340 m N 39° E war. Mit dem Abstiege erfolgte wieder ein langsames Zurückdrehen nach der Anfangsfahrtrichtung, welche kurz vor der Landung N 10° E wurde.

Betrachten wir nun zuvörderst, um eine Grundlage für die ursächliche Verknüpfung der beobachteten Thatsachen zu gewinnen, die Vertheilung der wichtigsten meteorologischen Elemente auf der Erdoberfläche.

Kärtchen 1 der beiliegenden Tafel II stellt die Verhältnisse des Luftdruckes und der Temperatur für den Morgentermin 8. a. m. nach dem Wetterberichte der Deutschen Seewarte dar und giebt ausserdem in bekannter Weise die Bewölkung, Richtung und Stärke des Windes, sowie die Niederschläge an. Wir ersehen aus der Karte, dass einem das östliche Europa bedeckenden Gebiete hohen Luftdruckes, welcher 778 mm erreichte, ein grosses, aber flaches Depressionsgebiet über dem nordwestlichen und nördlichen Europa gegenüberlag. Die Druckunterschiede waren im Allgemeinen nicht beträchtlich, erfuhren aber durch eine über die nördliche Nordsee hin bis nach Jütland vorgeschobene Theildepression eine örtliche Verstärkung über dem westlichen und mittleren Norddeutschland, wo wir mehrfach Südsüdwest- und Südwinde von der Stärke 5 verzeichnet finden.

Die Temperatur war in West-Europa und über dem ganzen Ostseegebiete eine für die Jahreszeit verhältnissmässig hohe, während über Süddeutschland und Oesterreich mässiger, über Westrussland aber strenger, nach dem Innern an Intensität erheblich zunehmender Frost herrschte; Moskau hatte — 21°.

In Centraleuropa war der Himmel, besonders in der Nähe der Theildepression, bewölkt, vielfach regnete es; über England war das Wetter ziemlich heiter, im östlichen Centraleuropa vorwiegend wolkenlos; hier war in der vorhergehenden Nacht Reifbildung, theilweise Nebel eingetreten.

Um jedoch über die während der Ballonfahrt erfolgten Aenderungen in der Vertheilung der meteorologischen Elemente Aufschluss zu erhalten, wurden, soweit es die für diesen Zweck angestellten besonderen Beobachtungen gestatten, weitere Wetterkarten entworfen, welche für die Zeit von $11^{1}/_{2}$ᵃ bis $1^{1}/_{2}$ᵖ in halbstündigen Intervallen die Verhältnisse über den der Flugbahn des Ballons benachbarten Gebieten zur Darstellung bringen.

Vorweg ist zu bemerken, dass die Uebermittelung der telegraphischen Benachrichtigungen der Beobachter durchaus nicht mit der erwarteten Schnelligkeit erfolgte. Denn obwohl die Depeschen fast $1^{1}/_{2}$ Stunden vor der Auffahrt aufgegeben worden waren, gelangten dieselben doch überall erst etwa eine ganze Stunde nach der Auffahrt an ihre Adressen. Aus diesem Grunde

fehlen leider während der ersten Stunde alle Beobachtungen ausser den in Berlin und Schöneberg an drei verschiedenen Stellen vorgenommenen.

Die folgende Tabelle giebt zunächst diejenigen Stationen und deren Beobachter an, welche, wie hier ausdrücklich anerkannt zu werden verdient, in höchst dankenswerther Weise thätig gewesen sind.

Station.	Beobachter.	von	bis	Meeres-höhe m
Berlin, Schöneberg. Gasanstalt.	Dr. Kremser und Berson.	10. 25a	12. 50p	ca. 40
Berlin, Meteorolog. Institut .	Baschin, Dr. Süring.	10. 25a	2. 0p	45
Berlin N., Landw. Hochschule .	Dr. Less, Diener Fabi.	7. 0a	6. 0p	51
Blankenburg b. Berlin . . .	Jörns.	12. 10p	4. 0p	ca. 43
Eberswalde	Meteorolog. Station.	12. 4p	4. 5p	24
Stettin	Dr. Schönn.	12. 10p	4. 0p	35
Landsberg a. W.	Dr. Kewitsch.	12. 0a	4. 0p	36
Deutsch Krone	Dr. Zielinski, Manthey.	11. 30a	4. 0p	120
Neustrelitz	Haberland.	11. 40a	4. 0p	76
Waren	Mahn.	11. 15a	4. 0p	67
Marnitz	Tarncke.	11. 10a	4. 0p	94
Schwerin	Oesterreich.	12. 15p	4. 0p	44
Rostock	Landw. Versuchsstation.	1. 0p	4. 0p	27
Demmin	Schmidt.	1. 0p	4. 0p	6
Putbus	Freiberg.	11. 45a	4. 0p	52
Schivelbein	Kroggel.	11. 30a	4. 0p	97
Neustettin	Heyer.	11. 0a	4. 0p	136
Konitz	Paszotta.	12. 5p	4. 0p	157
Lauenburg	Dr. Schmidt.	12. 0	4. 0p	28

Auf Grund der von diesen Stationen eingelaufenen, zum Theil sehr ausführlichen Berichte sind nun die folgenden 5 Kärtchen entworfen worden. Die Barometerstände sowohl, als auch die Temperaturen, letztere unter Verwendung des Factors 0,5° pro 100 m, sind auf das Meeresniveau reducirt worden. Die auf die Erdoberfläche projicirte Flugbahn des Ballons ist eingetragen, der Ort, an welchem sich der letztere zu den Terminen, für welche die Karten gelten, befand, ist durch ein kleines Ballonbild gekennzeichnet.

Aus dem oben angeführten Grunde war es leider unthunlich, für die erste Stunde der Ballonfahrt synoptische Karten zu construiren. Die erste Karte, No. 2, für den Termin $11\frac{1}{2}^{a}$ entworfen, zeigt, dass die Isobaren über dem betreffenden Gebiete in der Richtung von SW nach NE verlaufen; die Ballonbahn, als Ausdruck der Windrichtung in 800 m Höhe, weicht von denselben um 30° ab. Die Windrichtungen convergiren nach dem westlich von Rügen belegenen Gebiete niedrigsten Luftdruckes; die Windstärke wird mit 3—4 der „Beaufort"-Scala angegeben, nur Marnitz meldet Stärke 6, was wahrscheinlich der relativ (94 m) hohen und freien Lage dieser Station zuzuschreiben ist.

Die Isothermen dieses Kärtchens zeigen ein Gebiet höchster Temperatur von mehr als 5° C, welches sich östlich von Berlin bis über Eberswalde und das Oderbruch hinaus erstreckt. Nach West sowohl wie nach Ost nimmt die Temperatur langsam und gleichmässig bis auf 2° ab, obwohl die Witterungsverhältnisse in den beiden Gebieten durchaus verschieden sind.

Im Westen herrscht überall trüber Himmel, in Rostock mit leichtem Regen, im Osten ist das Wetter durchaus heiter. Die Ballonbahn lag demnach zu dieser Zeit an der Grenze des westlichen Depressionswetters und der östlichen anticyklonalen Witterung, dem Gebiete der letzteren näher.

Kärtchen 3 für die Zeit 12ª zeigt wenig veränderte Verhältnisse. Die Isobaren sind, entsprechend der langsamen Annäherung der Drepression, nur wenig, etwa um 15 km. weiter südostwärts verschoben. Die Flugbahn des Ballons kreuzt um 12 Uhr gerade die Isobare 767 und beschreibt mit ihr einen Winkel von 40°, während die untere Windrichtung um 55° abweicht. Demnach hat die Luftströmung in 970 m Höhe eine um 15° nach rechts von der unteren abweichende Richtung. In den Isothermen ist in soweit eine Aenderung eingetreten, als es im Westen und im Nordosten etwas wärmer geworden ist. Im Westen hat sich das Regenwetter bis Schwerin ausgebreitet, die Bewölkung nimmt im Norden langsam zu, Stettin hat halbbedeckten Himmel, der Osten ist andauernd heiter. Der Wind ist in Richtung und Stärke fast unverändert geblieben.

Die Karte für $12^1/_2$ᵖ (No. 4) lässt weiteres langsames Fortschreiten der Druckabnahme nach Südosten zu erkennen. Die Ballonbahn beschreibt abermals einen Winkel von 40° gegen die Isobaren und weicht um etwa 15° von der unteren Windrichtung ab. Die Isothermen sind wenig verändert, unter der Ballonbahn und im Osten, wo noch immer heiteres Wetter herrscht, findet langsame Zunahme der Temperatur statt; im westlichen Regengebiete ist dieselbe unverändert geblieben.

Um 1ᵖ (Karte 5) ist das Depressionsgebiet abermals, etwa um 15 km, näher gerückt; die Isobare für 764 ist bei Wustrow und Rügen auf das Land getreten. Die Ballonbahn hat jetzt in 1300 m Höhe ihre grösste Annäherung an die Isobare erfahren, von welcher sie nur noch um 5° abweicht; mit der Richtung des Unterwindes aber schliesst sie einen Winkel von 60° ein. Die Himmelstrübung breitet sich nun weiter nach Osten aus, unter der Ballonbahn (Stettin) beträgt dieselbe $^3/_4$ des Himmels; in Folge dessen steigt die Temperatur nirgends weiter. Die Grenze des Regengebietes ist unverändert.

Um $1^1/_2$ᵖ (Karte 6), zur Zeit der Landung des Ballons (1ʰ 27ᵖ) hat sich die Druckabnahme abermals weiter ausgebreitet. Der Winkel des letzten Theiles der projicirten Flugbahn des Ballons zu den Isobaren ist wieder auf 40° angewachsen. Die Temperatur hat sich kaum verändert, das Regengebiet hat sich bis Marnitz ausgedehnt, die Bewölkungsverhältnisse sind unverändert geblieben.

Nach dieser Darlegung der allgemeinen meteorologischen Verhältnisse auf der Erdoberfläche wenden wir uns zu der Erörterung der im Ballon selbst angestellten Beobachtungen, sowie derjenigen der nächstgelegenen Stationen, welche zur Ermittelung der verticalen Aenderungen herangezogen worden sind.

Wir folgen hierbei dem auf p. 84 und 85 des Jahrg. 1892 (Märzheft) dieser Zeitschrift gegebenen „Normalschema“ in allen einschlägigen Punkten.

30. Januar

Beobachtungen an der Erdoberfläche.												Beob			
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
Zeit	Basis-Station Höhe in m über NN	Barom. red. C⁰ und NN	Psychrometer trocken	feucht	Dampfspannung mm	Relat. Feuchtigk. %	Windrichtung und Stärke 0—12	Bewölkung Grad, Form, Dichte	Zug aus	Zug der Cirri aus	Sonnenschein 0—2	Hg.-Barom. Fuess No. 872 auf 0⁰ red.	Aner.-Bar. Bohne No. 1279 red. 0⁰	Corrig. Barometer-stand	Höhe über NN in m
9h 0' a.m	Berlin-Schöne-berg 40 m	768.2					S 2	2⁰ Strcum	SW	NW	$\odot^2$				
23'							SSW2	4⁰ „	WSW	„	$\odot^2$	764.6	766.8		
53'		768.0					SSW3	4⁰ „	„	„	$\odot^2$	764 5	766 1		
10h 0'							SSW3	4⁰ „	„	„	$\odot^2$				
24'		68 1	4 0	1.9	4.2	69					$\odot^2$		766 2		
25'			4.0	1.9											
28'		68.2											737.3	738.0	325
30'			4.1	1.7	4.0	65	SSW3	4⁰ Strcum	WSW	WNW					
31'		68.1	4.1									732 0	731.3	732.0	390
34'		68.1	3.8	1.6	4.1	67							732.2	732 9	379
35'			3.8	1.6	4.1	67									
37' 30"		68.0											730.2	730.9	402
40'		68.0	4.1	1 8	4.1	66						725.8	726.2	725 8	458
45'		68.0	4.2	1.8	4.0	65						720 2	721.2	720.2	520
50'		68.0	4.5	1.9	4.0	63						715.6	719.3	715.6	572
55'		68.0	4.4	1.9	4.0	64	S 3			W			712 3	709.0	648
11h 0'	Ebers-walde 24 m	(67.9)	4.5	2.0	4 0	64	SSE 3	4⁰ „	„	WNW	$\odot^2$		709 8	706.1	681
5'											$\odot^2$				
10'		(67.9)	4.6								$\odot^2$		705.4	702.0	727
15'			4.7								$\odot^2$		696.5	692.8	833
18'											$\odot^2$		699.5	695.8	800
20'		(67.8)	(4.8)								$\odot^2$		694.5	691 0	854
23'											$\odot^2$	688 2	692.0	688 2	885
25'			4.9								$\odot^2$		688.9	685 1	921
28'			(4,9)								$\odot^2$		698 5	694.7	809
30'		(67.7)	5.0								$\odot^2$		700 4	696.6	788
32'			(5.0)								$\odot^2$		699.5	696 4	791
34'			5.1								$\odot^2$		691.9	688 9	880
35'											$\odot^2$				
38'			(5.1)								$\odot^2$	684.0	686.9	684.0	934
40'		(67.6)									$\odot^2$				
42'			(5.1)								$\odot^2$		692.4	689 5	871
45'			5.2								$\odot^2$		694.4	691.5	849
48'			(5.2)								$\odot^2$		693.6	689 7	870
50'		(67.5)	5.2								$\odot^2$		687.4	683.5	940
53'			(5.2)								$\odot^2$		686.5	683 6	939
54'			(5,1)								$\odot^2$	683.5	685.5	683.5	941
55'											$\odot^2$				
56'											$\odot^2$				
12h 0' a.m.	Stettin 35 m	(67.4)	(5.0)					5⁰ Cstr		WSW			682.6	680.6	974
5' p.m.		67.3	5.0										691.9	689.9	866
9'			(4.9)										686.4	684.4	922
10'					4.4	73		5⁰ „	WSW						
12'															
14'			4.8										675 5	673.5	1047
15'		67 2	(4.8)										675.9	673.9	1043

1891.

achtungen im Luftballon.

17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.	32.	33.
Aspirations-Psychrometer			Temper.-Aenderung pro 100 m.	Potentielle Temper.	Dampfspannung		Relat. Feuchtigk. in %	Schwarzkugelth. No. 266	Ballon-		Bewölkung über dem Ballon		Bewölkung unter dem Ballon		Sonnenschein 0–2	Bemerkungen.
No. 310 feucht	No. 311 trocken	No. 312 feucht			in mm	Aenderung pro 100 m			Richtung aus	Geschwind. m. p. sec.	Grad, Form, Dichte	Höhe üb. d. Ballon. m.	Grad, Form, Dichte	Höhe unt. d. Ballon. m.		
0.1	1.6	0.1													⊙²	In den Ci. keine Ringerscheinungen.
0.7	2 2	0.7														
									S10°W		Falsche Cirren	3—4000	Durchsicht. Schleier, in Cum.-Form aufgetrieben.		⊙²	Zu 10h 37″ 30 Obere Grenze des Berliner Rauches.
– 0.5	2 8	– 0 5	0.37	6.8	2 8		50							2—300		Zu 10h 40′ Starke Lichtreflexion v. den Rieselfeldern.
—0.3	2.4	– 0 4	0 41	6.6	3.1	0.26	57			15.0						
· 0.2	4.4	0 2		8.6	2.6		42									
1 1	3 9	0.1	0.05	8.7	2 8	0.31	46		S30°W		2° Cstr				⊙²	
— 0 0	3.0	—1.0	0.25	8.4	2 4	0.33	41									Zu 10h 50′ Am Anemomt. 0,5 m. p. sec. Wind, keine Drehung des Ballons.
— 0.7	3 0	—0.7	0.28	8.9	2 6	0 26	45			15.4						
— 1 0	3.5		0.18	10.5	2 1	0.31	36									
–· 0.9	3.4	— 1.0	0.19	10.6	2 2	0.28	37	24.5			4° Cstr				⊙² ⊙¹	
— 1 0	3.0	— 1.0	0.23	10.7	2 4		42	24.0	S30°W	13.0	Stratus'	2000			⊙¹	Zu 11h 10′ Streifige Dunstschicht, rings am Horizonte, bes. dicht nach NW zu.
– 1.5	2.2	– 1.5	0 31	10.5	2.4		45	20.5	S 5° E							
									S 5° E							
—1.3	2.7	—1.3	0.25	11 2	2.3		42		S30 °W							
—1.7	1.8	—1 8	0.35	10 7	2.4		45									
— 2 8	1 6	—1.9	0.37	10 8	2 3		44				5′ Cstr					
— 1 0	2.0	—1.8		10.1	2 3		44			10.1						
— 1 0	2.7	— 1.0	0 29	10 7	2.5		44	21.4			5′ Cstr				⊙¹	Starke Lichtreflexion v. eisbedeckten Werbelinsee.
—1.0	2 8	—0.9	0.29	10.8	2 5		44	23.7							⊙²	
—0.4	3.6	—0.5	0.18	12 6	2.6		45	25.5							⊙²	
— 2.2	1.8	– 2.2	0.36	11 5	2.1		39	26.5		13 9					⊙²	Zu 11h 50′ Cirrusschleier vor ⊙
— 1.0	2.8	—1.0	0.27	12.1	2 5		45	27.0							⊙²	
—0.4	3.2	– 0.5	0.24	12 5	2.7		48	28.0			5′ Cstr				⊙²	Zu 11h 54′ Cirr. beträchtlich; zunehmend Str. im NW
— 2.0	1.8	— 2 0	0.37	11.8	2 2		42	27.5							⊙¹	
— 2.2	1.8	— 2.2	0 37	11.8	2.1		39									
–· 2.8	1.7	—2.7			1.7		32									
— 2.6	1 3	– 2.6	0.39	11.2	2.0		40			11.9					⊙¹	Im N heller Schein, darüber ∞.Haff?
—2.2	1.8	— 2.2	0 38	10.9	2 0		39	21.5	S30° W		5′ Cstr					
—2 2	2 0	— 2.0	0.32	11.6	2.0		37				Dichte Stratusmassen im NW					Zu 12h 5′ p.m. Verwaschene Cstr. vor ⊙. Haff deutlich sichtbar.
– 2 6	1 4	— 2 6			2.0		39	22.0							⊙¹	
–· 3.0	1.0	— 3.0	0.37	11.7	1.9		37	22.5	S33° W						⊙¹	

Beobachtungen an der Erdoberfläche.												Beob			
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
Zeit	Basis-Station Höhe in m über NN	Barom. red. C⁰ und NN	Psychrometer trocken	Psychrometer feucht	Dampfspannung mm	Relat. Feuchtigk. %	Windrichtung und Stärke 0—12	Bewölkung Grad, Form, Dichte	Bewölkung Zug aus	Zug der Cirri aus	Sonnenschein 0—2	Hg.-Barom. Fuess No. 872 auf 0⁰ red.	Aner.-Bar. Bohne No. 1279 red. C⁰	Corrig. Barometer-Stand	Höhe über NN in m
12h 17′p.m.			(4.8)												
20′					4.2	69		5⁰ Cstr	wsw						
21′			4.7										680.4	678.4	990
22′													682.6	680 8	961
24′			4.6										672.1	670.6	1081
25′		67.0													
26′															
30′		66.9	4.4		4 2	68		6⁰ Cstr	wsw				667 6	666.3	1134
34′			(4.4)									667.8	668.9	667.8	1118
35′															
36′													665.5	664.4	1159
40′		66.9	4.4		4.2	68		7⁰ Cstr	wsw			659 1	658.4	659 1	1220
41′													658.4	659.1	1220
45′															
47′													657.9	657.4	1238
50′		66.7	4 2	2.4	4.4	71		7⁰ Cstr	wsw						
53′			4.2										655 4	655.0	1267
55′			(4.2)										659.4	659.0	1219
58′													659.4	659.0	1220
1h 0′p.m.		66.9	4.2	2.4	4 4	71		7⁰ Cstr	wsw						
2′			(4.2)		(4.4)	(71)							**650.4**	**650.0**	**1330**
5′															
6′			(4 4)										656 4	656.0	1258
9′			4 6										657 4	657.0	1248
10′		67.2	4.4					7⁰ Cstr	wsw						
20′		66.6	4.4	2.4	4.3	68									
27′															
2h 0′p.m.	Stettin	6 6.2	4.1	2.4	4.4	72									
2h 13′p.m	Feld bei														
14′	Stolzen-burg														

Dauer der Fahrt 3 Std. 3 Min. Länge des zurückgelegten Weges 139 km; durch-
Ballastvorrath 6 Sack (à 13 kg), Verbrauch 2½ Sack. Landung

Zu dieser Tabelle sei Folgendes bemerkt.

Wie schon in dem Aufsatze: „Die Erfordernisse einer Ballonfahrt zu wissenschaftlichen Zwecken" in No. 3. dieser Zeitschrift vom Jahre 1892 genauer ausgeführt worden ist, erfordern manche der herbeigezogenen Beobachtungen Reductionen oder Ausgleichungen.

In erster Linie war es erforderlich, unter den zur Verfügung stehenden Stationen diejenigen auszuwählen, welche der auf die Erdoberfläche projicirten Flugbahn des Ballons am nächsten lagen und somit als „Basis-

achtungen im Luftballon.

17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.	32.	33.
Aspirations-Psychrometer			Temper.-Aenderung pro 100 m.	Potentielle Temper.	Dampfspannung		Relat. Feuchtigk. in %	Schwarzkugelth. No. 266	Ballon-		Bewölkung über dem Ballon		Bewölkung unter dem Ballon		Sonnenschein 0—2	Bemerkungen.
No. 310 feucht	No. 311 trocken	No. 312 feucht			in mm	Aenderung pro 100 m			Richtung aus	Geschwind. m. p. sec.	Grad, Form, Dichte	Höhe üb d. Ballon. m.	Grad, Form, Dichte	Höhe unt. d. Ballon. m.		
—2.8	1.4	—2.8			1.7		33									
—2.2	2.2	—2 2	0.26	12.5	1 9		35	20.0							⊙[1]	⊙ immer mehr verschleiert.
—2.8	1.2	—2.8	0.32	12.6	1.9		38	19 3			6′ Cstr				⊙[0]	
	0.6									8.9						
—3.5	0.0	—3.6	0.36	12.0	2.0	0.20	42									
—1.8	2.2	—1.8	0.20	14.0	2.2		41				6′ Cstr				⊙[0]	
—2.5	1.8	—2.5	0.23	13.8	1.9		36									
—3.6	0.2	—3.5	0.35	12.9	1.8	0.20	39									
									S39°W							
—3.8	—0.2	—3.8	0.37	13.0	1.7		37				7′ Cstr				⊙[0]	Quecks. Bar. eingepackt.
										12.9						
—3.7	0.1	—3.7	0.35	13.0	1 8		39									Str. Bank im NW.
									S30°W							
—4.2	—0.6	—4.3	0 37	13 4	1.2	(0.25)	26									
—3.4	0.4	—3.4	0.33	13.7	1.9		38			12.7					⊙[0]	
—3.2	0.4	—3.2	0 35	13.6	2.0		42				7· Cstr					Therm. eingepackt.
									S10°W							
1.2	2.5	1.2			4.3		77									Leichte Landung bei Stolzenburg, Kreis Randow.
1.0	2.2	1.0			4.3		80									

schnittliche Geschwindigkeit 12.9 m. p. sec. Maximalhöhe 1330 m über NN.
bei 7 m Windgeschwindigkeit mit Ankeregge und Gummibremse.

stationen“ benutzt werden konnten. Hierfür boten sich ausser Berlin, wo an drei verschiedenen Stellen beobachtet wurde, Blankenburg bei Berlin (städtisches Rieselgut), Eberswalde und Stettin dar. Prenzlau, sonst eine Station III. Ordnung, war wegen kurz zuvor erfolgten Beobachterwechsels nicht benachrichtigt worden, was sowohl wegen der grossen Entfernung zwischen Eberswalde und Stettin, gegen 75 km, als auch aus dem Grunde sehr zu beklagen ist, weil die Ballonbahn nur in 7 km Entfernung östlich von Prenzlau vorüberführte. Die leidige Verspätung der Telegramme

brachte nun aber noch den ferneren Nachtheil, dass auch Blankenburg unberücksichtigt bleiben musste, da die Beobachtungen erst um 12^h 10 p ihren Anfang nahmen zu einer Zeit, als sich der Ballon schon an der Südspitze des oberen Ueckersees, 70 km von Blankenburg entfernt, befand. So blieben allein Berlin, Eberswalde und Stettin übrig.

Die an diesen Stationen angestellten Beobachtungen wurden nun soweit für die Vergleichung mit den Ballonaufzeichnungen herangezogen, als dies den jeweiligen Ballonörtern am besten entsprach: bis 10^h 55 m, als der Ballon Bernau westlich passirte, Berlin, von da an bis 11^h 56 m, entsprechend der Gegend zwischen Joachimsthal und Steglitz, Eberswalde, endlich Stettin bis zum Ende der Fahrt. Der Geltungsbereich der Beobachtungen von Berlin betrug demnach 27 km, derjenigen von Eberswalde etwa 43, der von Stettin 57 km; dabei lag Eberswalde in der Mitte, Stettin im letzten Drittel seines Bereiches.

Da, wie wir aus den synoptischen Karten erkannt haben, eine Aenderung der Witterungsverhältnisse in Form von zunehmender Bewölkung und Niederschlägen, verbunden mit einer leichten Temperaturerniedrigung, während der Dauer der Fahrt, und zwar von NW nach SE fortschreitend, eintrat, musste auch eine dementsprechende Ausgleichung und Ueberleitung der Temperaturbeobachtungen von der einen zur anderen Basisstation in diesem Sinne erfolgen. Die in dem Diagramme der beigegebenen Tafel eingezeichnete „Curve der ausgeglichenen Temperatur auf der Erdoberfläche unterhalb der Flugbahn" zeigt den wahrscheinlichen Gang der Lufttemperatur; die entsprechenden Zahlenangaben finden sich in der Spalte 4, die interpolirten Werthe sind eingeklammert. Eine Reduction der Temperaturangaben auf das Meeresniveau hat nicht stattgefunden, demnach sind bei den Berechnungen der Aenderungen mit der Höhe die Meereshöhen der Stationen berücksichtigt worden.

Da in Berlin bei den Beobachtungen auf dem Ballonplatze in Schöneberg ein Aspirations-Psychrometer, in Eberswalde und Stettin aber gewöhnliche Psychrometer in Gehäuse-Aufstellungen benutzt wurden, fehlt denselben streng genommen die volle Vergleichbarkeit. Doch ist in dem vorliegenden Falle bei der geringen Strahlungs-Intensität und der unbedeutenden Tagesschwankung ohne weiteres von diesem Bedenken, welches unter ungünstigen Verhältnissen recht schwerwiegend werden kann, abzusehen.

Dampfspannung und Relative Feuchtigkeit sind bei dem Aspirations-Psychrometer nach der Formel von Sprung, $f = f' - \frac{1}{2}(t - t')\frac{h}{755}$, berechnet, bei den Standpsychrometern den Jelinek'schen Tafeln entnommen worden.

Der „Sonnenschein" in Spalte 12 und 32 der Tabelle wurde nach einer Schätzung notirt, bei welcher der Exponent ^{0} bedeutet, dass die Sonne von Wolken bedeckt, aber noch deutlich sichtbar ist; ^{1} bedeutet eine

leichte Verschleierung der Sonne, [2] völlig unbehinderte Sonnenstrahlung. Die Beobachtungen in Eberswalde sind dem Sonnenschein - Autographen entnommen, in Stettin wurden diese Beobachtungen nicht angestellt.

Zu den Werthen der Ballonbeobachtungen ist noch Folgendes zu bemerken.

Die Ablesungen des Quecksilberbarometers, welche, soweit als thunlich, zu den Zeiten geringer Höhenänderungen des Ballons vorgenommen wurden, — was übrigens ohne die Verwendung eines Barographen, wie bei dieser Fahrt, sehr schwer zu beurtheilen ist, — wurden als die richtigen angesehen und an Stelle der gleichzeitigen Angaben des Aneroidbarometers eingesetzt; die hierbei auftretenden Abweichungen wurden als Correctionen für die übrigen Ablesungen des Aneroids verwendet und daraus der in Spalte 15 angegebene „Corrigirte Barometerstand" ermittelt, welcher der Höhenberechnung zu Grunde gelegt wurde. Die Höhen sind nach der Radau'schen Tafel ohne Anwendung von Logarithmen*) unter Berücksichtigung der Temperatur, aber Vernachlässigung der geographischen Breite ermittelt worden.

Die „Temperatur - Aenderung pro 100 m" in Spalte 20 ist für den ganzen Höhenunterschied zwischen dem Ballon und der entsprechenden Basisstation berechnet werden, ebenso die „Aenderung der Dampfspannung pro 100 m Höhe" in Spalte 23. Die Angaben der „Potentiellen Temperatur" in Spalte 21 sind der Hertz'schen Tafel**) entnommen. Als Ausgangspunkt dienten die Beobachtungen im Ballon, sodass die Werthe der Tabelle angeben, welche Temperatur am Erdboden herrschen musste, wenn das der Messung unterworfene Luftquantum mit allen seinen Eigenschaften an die Erdoberfläche versetzt würde. Für die Ermittelung der Dampfspannung und Relativen Feuchtigkeit wurde die Formel von Sprung verwendet.

Die Angaben des Schwarzkugelthermometers, Spalte 25, sind bei dieser Fahrt nicht auf analoge Beobachtungen an der Erdoberfläche zu beziehen, da letztere nicht angestellt worden sind.

Die Richtung und Geschwindigkeit der Ballonbewegung, Spalten 26 und 27, sind aus den während der Fahrt angestellten Ortsbestimmungen mittels des als Loth dienenden 50 m tief unter dem Korbe hängenden Ankers ermittelt werden. Wenn auch nicht zu läugnen ist, dass diesen Bestimmungen, besonders denen der Geschwindigkeit, gewisse Unsicherheiten anhaften, da kleine Ungenauigkeiten in der Beobachtung grosse Fehler erzeugen können, so darf man doch die gegebenen Werthe als ziemlich verlässlich ansehen.

Die ferneren Spalten der Tabelle bedürfen keiner weiteren Erläuterung.

---

*) Jelineks Anleitung zur Ausführung meteorologischer Beobachtungen, Wien 1884 p. 141 ff.

**) Graphische Methode zur Bestimmung der adiabatischen Zustandsänderungen feuchter Luft, Meteorologische Zeitschrift 1884, p. 421 und 474.

Unterwerfen wir nun die einzelnen Elemente eingehenderer Betrachtung, so haben wir zunächst zu constatiren, dass der Luftdruck an der Erdoberfläche, wie wir oben schon gesehen haben, in langsamer Abnahme begriffen war. Der Barometerfall betrug in Berlin während der Zeit von 9a — 2p 1,0 mm, von 12a — 2p 0,6 mm, in Stettin aber während des letzteren Zeitraumes 1,1 mm. Die Druckabnahme erfolgte demnach in Stettin erheblich schneller.

Aus den synoptischen Karten ergeben sich die gleichzeitigen Druckdifferenzen zwischen Berlin und Stettin um 12a = 0,6 mm, um 1p = 0,4 mm, um $1^1/_2$p = 0,7 mm. Da der Ballon im Bereiche der unteren Luftströmung dem Druckgefälle folgte, mussten die Barometerstände für die zwischen den Stationen liegenden Fahrtabschnitte nothwendigerweise einer Ausgleichung unterzogen werden, was am besten an der Hand der synoptischen Karten geschehen konnte. Die Fahrt des Ballons ist als eine solche zu betrachten, welche an der Grenze des Gebietes einer mässig intensiven Anticyklone und an der Vorderseite einer flachen, langsam heranrückenden Depression verlief. Der allgemeine Witterungscharakter zeigte dabei, vom Ballon aus betrachtet, noch die Eigenthümlichkeiten anticyklonaler Druckvertheilung, während die Erscheinungen der Depressionswitterung, besonders starke Bewölkung und Regen, von 11a an in der Ferne nach Nordwest zu deutlich erkannt wurden.

Die Lufttemperatur an der Erdoberfläche schwankte nur in engen Grenzen; in Berlin stieg dieselbe von 9a bis 2p um 2,3°, ohne jedoch eine gleichmässige Zunahme zu zeigen. Vielmehr finden sich an allen drei gleichzeitig beobachtenden Stationen, Schöneberg, Landwirthschaftliche Hochschule in der Invalidenstrasse und Meteorologisches Institut am Schinkelplatz, wiederholt unregelmässige kurze Auf- und Abwärtsschwankungen des Thermometers.

In Eberswalde betrug die Schwankung in demselben Zeitraume etwa 3°, in Stettin zwischen 12a und 2p nur 0,3°.

So stellt sich die auf der Tafel angegebene Curve der ausgeglichenen Temperaturen als eine doppelte Schwankung dar, hervorgerufen durch die abgeschwächte Wirkung der täglichen Periode in den von wesentlich anticyklonaler Witterung beherrschten Gegenden, sowie im zweiten Theile der Bahn beeinflusst durch die zunehmende Trübung unter dem Einflusse der heranrückenden Depression. Die ganze Schwankung beträgt 1,6°.

Unter diesen Umständen wird man keinen erheblichen Fehler begehen, wenn man bei der Discussion der im Ballon angestellten Temperaturbeobachtungen die tägliche Periode ausser Betrachtung lässt.

Die Curve des Aspirationsthermometers im Ballon auf unserer Tafel I zeigt beträchtliche Schwankungen, welche im Allgemeinen mit den Höhenänderungen des Ballons in der Weise zusammenfallen, dass beim Steigen

desselben die Temperatur sinkt, beim Fallen aber steigt. Im ersten Theile der Fahrt finden sich indess einige auffallende Abweichungen von diesem Verhalten, indem wiederholt bei steigendem Ballon Temperaturzunahmen von aussergewöhnlichem Betrage mit schnellen Temperaturabnahmen wechseln.

Um über die Thatsächlichkeit dieser auffallenden Erscheinungen ein Urtheil zu gewinnen, ist es zunächst erforderlich, die verschiedenen Fehlermöglichkeiten zu untersuchen.

In erster Linie wäre daran zu denken, dass eine Beeinflussung des Thermometers durch die Sonnenstrahlung in Folge von fehlender oder ungenügender Aspiration Platz gegriffen hätte. Diese Möglichkeit glaube ich jedoch mit Bestimmtheit ausschliessen zu dürfen, da ich sicher bin, die Aspiration ununterbrochen im vollen Gange erhalten zu haben, oder doch, falls eine Unterbrechung unvermeidlich war, die Ablesungen erst dann wieder aufgenommen zu haben, wenn ausreichende Zeit zur Beseitigung der Strahlungseinflüsse verstrichen war.

Es wäre ferner die Möglichkeit in das Auge zu fassen, dass die, wie wir noch weiter unten sehen werden, nicht fehlerfreie Art der Ablesung des Aspirationspsychrometers, bedingt durch das Heranziehen desselben an den Korb bis auf 0,5 m Entfernung, die Schuld an den sonderbaren Temperatursprüngen trüge. Doch bin ich auch hier sicher, von vornherein alle diejenigen Beobachtungen principiell ausgeschlossen zu haben, welche auch nur den geringsten Verdacht einer derartigen Beeinflussung erkennen liessen.

Die bei den späteren Auffahrten des Ballons „Phönix" nach zahlreichen vergeblichen Versuchen ausgeführten Registrirungen der Lufttemperatur mittels eines Thermographen lehrten uns eine weitere Fehlerquelle kennen, welche darauf beruht, dass der in Folge der Aspirationsvorrichtung aufwärts sich bewegende Luftstrom bei schnellem Steigen des Ballons eine erhebliche Schwächung erfahren muss, veranlasst durch das Beharrungsvermögen der eingeschlossenen Luftsäule. Letztere wird in diesem Falle eine Abwärtsbewegung im Aspiratorrohre auszuführen bestrebt sein und um deren Betrag die entgegengesetzt gerichtete Bewegung schwächen. Bei dem dreifachen Ballon-Aspirationspsychrometer wird ein analoger Vorgang, wenn auch in geringerer Intensität, nicht fehlen, und es ist in der That bei aufmerksamer Beobachtung zu bemerken, dass bei plötzlichem schnellen Steigen des Ballons eine kurze Aufwärtsbewegung der Thermometer um einige Zehntelgrade vorkommt, schnell aber wieder verschwindet. Ueber die Mittel, diesen Fehler von dem Thermographen fern zu halten, wird später berichtet werden. Eine fernere Fehlerquelle, welche nahezu allen bisherigen Ballonbeobachtungen ohne Zweifel anhaftet, ist das aus der ungenügenden Empfindlichkeit der Thermometer hervorgehende „Nachhinken" der Angaben bei schnellen Höhen-Aenderungen. Hierdurch wird bewirkt, dass im Allgemeinen alle Aufstieg-Beobachtungen zu hoch, alle beim Sinken angestellten zu tief ausfallen.

Würde nun in diesen Fehlerquellen der Grund für die oben aufgeführten abnormen Temperatursteigerungen bei steigendem Ballon zu suchen sein, so hätte dies unter sonst gleich bleibenden Verhältnissen in allen betreffenden Fällen eintreten müssen. Dies ist jedoch durchaus nicht der Fall, wie aus der Tabelle auf Seite 77 hervorgeht, bei welcher die bei fallendem und bei steigendem Ballon beobachteten Werthe von einander getrennt worden sind.

So bleibt bei sorgfältigster Ueberlegung nichts anderes übrig, als die scheinbar abnormen Beobachtungen als thatsächliche anzusehen.

Zur Erklärung derselben haben wir uns vorerst daran zu erinnern, dass die Flugbahn des Ballons an der Grenze zwischen einem barometrischen Maximum und einer anrückenden Depression lag, dass aber im ersten Theile der Bahn der Witterungscharakter ein durchaus anticyklonaler war, während gegen Ende derselben in grösserer Nähe der Depression die Erscheinungen des barometrischen Minimums deutlich wurden.

Im Gebiete eines barometrischen Maximums und in dessen näherer Umgebung ist bekanntlich die Luft in einer abwärts gerichteten Bewegung begriffen, wobei sie durch Zunahme des Druckes comprimirt und erwärmt wird. Findet, wie dies meistens unter diesen Verhältnissen der Fall ist, bei klarer Luft starke nächtliche Wärmeausstrahlung des Erdbodens statt, so werden die untersten Luftschichten stärker abgekühlt, als die Compressionswirkung sie erwärmt. Die Folge dieses Vorganges ist derjenige thermische Zustand der Luft, welchen man als „Temperaturumkehrung“ bezeichnet, d. h. die untersten Luftschichten sind bis zu einer gewissen Grenze kälter, als die darüber liegenden höheren, deren Temperatur erst in beträchtlicherer Höhe wieder abnimmt. Unter solchen Verhältnissen wird man beim Aufsteigen aus einer kalten meist schnell in eine wärmere Luftschicht und dann langsam wieder in kältere gerathen, wie dies thatsächlich wiederholt in ganz ausserordentlichem Maasse beobachtet worden ist.

In einiger Entfernung vom Kerne des barometrischen Maximums treten diese Erscheinungen in abgeschwächtem Maasse auf, sodass an Stelle der wirklichen Temperaturumkehrung nur eine Schwächung der normalen Temperaturabnahme mit der Höhe auftritt.

Den Luftaustausch zwischen Anticyklone und Depression ist man gewöhnt, sich in rein schematischer Weise so vorzustellen, dass allein in den untersten Schichten der ersteren die Luft nach der letzteren hin und in den höheren Regionen von der Depression nach der Anticyklone zurückströmt. Viele gewichtige Gründe sprechen aber dafür, dass dieses Schema durchaus nicht den wirklichen Vorgängen entspricht, dass vielmehr auch in den höheren Schichten der Atmosphäre ein seitliches Abfliessen anticyklonaler Luftmassen nach der Depression hin stattfindet. Und zwar wird dies vornehmlich in den Grenzgebieten zwischen den beiden Typen der Druckvertheilung der Fall sein; man trifft dann verhältnissmässig warme, aus der Anticyklone stammende Luftschichten zwischen zwei kälteren an, deren

Mischung hauptsächlich durch die Verschiedenheit ihrer specifischen Schwere an der oberen Grenze der wärmeren in verticaler Richtung erfolgt, besonders dann, wenn hier die Temperaturabnahme mit der Höhe die Grenze der labilen Gleichgewichtslage, also 1° auf 100 m überschreitet. Unter solchen Verhältnissen sind demnach auf- und absteigende Bewegungen der Luft zu erwarten, welche mit entsprechenden schnellen Aenderungen der Temperatur verbunden sind.

Verfolgen wir nun unter diesen Gesichtspunkten die von unserem Ballon angetroffenen Lufttemperaturen, so finden wir Folgendes:

Beim Aufstiege nahm die Temperatur von 4.1° an der Erdoberfläche auf 2.4° in 380 m Höhe ab, was einer Aenderung von 0.5° pro 100 m entspricht. Hier trat der Ballon in eine erheblich wärmere Luftschicht ein, deren Temperatur in 402 m Höhe um volle 2° höher, und um 0.6° höher lag, als die gleichzeitige Temperatur an der Erdoberfläche, sodass hier eine thatsächliche Temperaturumkehrung vorhanden war. Diese plötzliche Temperatursteigerung war den Luftschiffern auch, abgesehen von der Thermometerablesung, sofort bemerkbar geworden, was uns veranlasste, nach einer Erklärung derselben zu suchen; hierbei wurde die Vermuthung ausgesprochen, dass die auffallend starke, geradezu unsere Augen blendende Lichtreflexion von den auf grosse Strecken hin eisbedeckten Rieselfeldern bei Blankenburg von einer entsprechenden Wärmereflexion begleitet sein könnte. Wichtiger war jedoch, wie spätere analoge Beobachtungen zur Genüge gelehrt haben, der Umstand, dass wir, obwohl wir weder beim Aufstiege in Schöneberg, noch bei der Fahrt über dem Westen von Berlin niedrige Wolken bemerkt hatten, uns beim Erreichen der Höhe von etwa 400 m an der oberen Grenze einer cumulusartig geballten dunstigen Staub- oder Rauchschicht sahen, welche ausschliesslich über der Stadt und seiner näheren Umgebung im Norden derselben lag und die Durchsicht nach der Erde leicht verschleierte. Ueber Blankenburg war dieselbe völlig verschwunden. Man könnte daher diesen auffallenden Temperatursprung auch als den Ausdruck einer von der Oberfläche der Dunstmassen erfolgten Wärmereflexion ansehen, ein Vorgang, für welchen wir später noch zahlreiche Beispiele anführen werden.

Bei weiterem Steigen des Ballons nahm nun die Temperatur zuerst langsam, dann sogar sehr schnell ab; so sank sie von 3.9° in 458 m auf 3.0° in 520 m Höhe, was für 100 m 1.4° betragen, also labiles Gleichgewicht bedingen würde. Bald darauf trat der Ballon abermals in eine wärmere Luftschicht ein, in welcher aber keine Spur einer Wolkenbildung vorhanden war. Trotz zunehmender Höhe um 58 m blieb zunächst die Temperatur unverändert auf 3.0° und ging dann nach weiterem Ansteigen um 76 m sogar auf 3.5°.

Von hier aus erfolgte zunächst ein äusserst langsames Sinken von 0.1° auf 33 m, demnach schnelleres um 0.4° auf 46 m und 0.8° auf 106 m

Höhenzunahme, sodass zwischen 681 und 833 m Höhe eine Aenderung von 1.3° vorhanden war. Bald darauf erfolgte eine Temperaturzunahme von 0.5°, während der Ballon von 833 auf 854 m stieg, gefolgt von äusserst rapider Abkühlung um 0.9° bei weiterer Höhenzunahme um 31 m, was dem Werthe von 2.8° mit 100 m entsprechen würde. Nach weiterem Aufsteigen um 36 m, wobei die Temperatur um 0.2° abnahm, sank der Ballon zunächst um 112 m, wobei die Temperatur um 0.4° stieg, dann weiter um 21 m mit weiterer Temperaturzunahme von 0.7°; obwohl derselbe aber bald wieder um 92 m stieg, ging die Temperatur weiter bis 3.6° in die Höhe. In derselben Luftschicht in etwa 880 m Höhe, in welcher vor 11 Minuten eine Temperatur von 1.8° angetroffen worden war, fand man jetzt eine solche von 3.6°.

In allen den angeführten Fällen, besonders aber in dem letzten, bleibt kaum eine andere Erklärung übrig, als diejenige, dass in der zwischen 600 und 900 m Höhe befindlichen Luftschicht ein lebhafter verticaler Luftaustausch stattgefunden haben muss, welcher niedersinkende warme und aufsteigende kalte Luftmassen mit einander zu mischen bestrebt war. Wenn auch nicht ausser Betracht gelassen werden darf, dass alle die genannten Temperaturänderungen nicht in einer und derselben Luftmasse aufgetreten sind, sondern dass der Ballon in den Zwischenzeiten seinen Ort erheblich gewechselt hat, so wird man doch annehmen können, dass, da die den Ballon umgebende Luftmasse in horizontaler Richtung mit demselben fortgewandert ist, und die Höhenänderungen gering waren, die genannten thermischen Vorgänge im Wesentlichen aus den höheren oder tieferen Schichten herbeigeführt worden sind.

Auch im weiteren Verlaufe der Fahrt treten noch starke Temperatur-Aenderungen mit der Höhe ein: von $11^h\ 34^m$ bis $11^h\ 38^m$ stieg der Ballon von 880 auf 934 m, also um 54 m, wobei die Temperatur um 1.8°, entsprechend 3.3° pro 100 m abnahm; beim Sinken um 64 m stieg dieselbe wieder um 1.4° (2.2° pro 100 m) und sank beim Steigen um 70 m wieder auf 1.8° (2.0° pro 100 m). Diese Temperatur scheint die der Luftschicht von 890 bis 940 m Höhe eigenthümliche gewesen zu sein, da dieselbe um $11^h\ 23^m$, $11^h\ 38^m$, $11^h\ 50^m$, $11^h\ 53^m$a und 12^h 5p angetroffen wurde; später trat dieselbe aber noch einmal in 1160 m Höhe auf. Dieselbe scheint eine dicht unter ihr in 650 bis 880 m Höhe gelegene erheblich wärmere mit Temperaturen von 2.8° bis 3.6° begrenzt und mit dieser einen lebhaften Luftaustausch bei labilen Gleichgewichtsverhältnissen unterhalten zu haben.

Um $12^h\ 9^m$ trat, obwohl der Ballon um 56 m, auf 922 m stieg, eine kleine Temperaturzunahme von 0.2° auf 2.0° ein, welcher bis 1043 m Höhe schnelle Abnahme auf 1.0° (0.8° auf 100 m), weiter bei auf 990 m sinkendem Ballon eine rapide Zunahme um 1.2° (2.3° auf 100 m), darauf schnelle Abnahme um 1.5° auf 100 m folgte, wobei in 1134 m Höhe der Gefrierpunkt erreicht wurde. Ganz auffallend ist die nun erfolgte rapide Tem-

peraturzunahme um volle 2.2° bei einer nur 16 m betragenden Senkung des Ballons, welche bei wieder erfolgendem Steigen auf 1159 m Höhe um 0.4° (1.0° pro 100 m) und weiter auf 1220 m Höhe um 1.6° (2.6° auf 100 m) abnahm. Der Gefrierpunkt, welcher vor 15 Minuten in 1134 m gefunden worden war, wurde nun erst in etwa 1230 m Höhe, also fast 100 m höher angetroffen. Auch für die zwischen 1000 und 1200 m liegende Luftschicht ist deshalb ein lebhafter verticaler Luftwechsel anzunehmen. In der darüberliegenden bis 1330 m Höhe untersuchten Luftschicht scheinen stabilere Verhältnisse geherrscht zu haben; die Temperaturabnahme betrug etwa 0.6° pro 100 m.

Die wenigen beim Abstiege des Ballons angestellten Beobachtungen, was den Schwierigkeiten mit noch nicht erprobten Vorrichtungen zur Verpackung der Instrumente, sowie der durch die Nähe des Stettiner Haffs gebotenen schleunigen Landung zur Last fällt, ergeben denselben Werth von 0.6° Temperaturzunahme pro 100 m. Dagegen betrug der Temperaturunterschied zwischen dem höchsten Punkte der Fahrt in 1330 m Höhe um $1^h\ 2^m$ p und dem gleichzeitig in Stettin abgelesenen Werthe nur 4.8°, entsprechend einer Abnahme von 0.37° pro 100 m Höhenänderung.

Die vorliegende Erörterung der vom Ballon angetroffenen Temperaturverhältnisse ist aus dem Grunde etwas eingehender und ausführlicher erfolgt, weil einerseits die interessanten, noch wenig bekannten Vorgänge des Luftaustausches zwischen Anticyklone und Depression hierzu aufforderten, anderseits aber, um gewissermassen als Beispiel für die Ausführbarkeit derartiger Untersuchungen von correcten Temperaturbeobachtungen zu dienen. Bei der in Folge der kurzdauernden Fahrt nicht allzugrossen Zahl der Beobachtungen liess sich ein solcher Versuch leicht anstellen, was selbstverständlich bei unseren späteren, oft Hunderte von Beobachtungen umfassenden langen Fahrten kaum ausführbar sein dürfte.

Zur Gewinnung einer Uebersicht über die Anordnung der Lufttemperaturen sind in folgender Tabelle (S. 76) die Beobachtungen noch für Stufen von je 100 m Höhe zusammengefasst und zu einem Mittelwerthe vereinigt worden.

Die Tabelle zeigt in ihren Mittelwerthen, dass ganz beträchtliche Temperatur-Schwankungen zwischen den benachbarten Höhenstufen vorkamen. Dass beim Steigen des Ballons principielle, aus der Construction des Apparates, oder auch dessen mangelnder Empfindlichkeit hervorgehende Fehler nicht eintreten, lehrt die Zusammenstellung der bei steigendem und fallendem Ballon resultirenden Mittel. In der Reihe „Mittel bei gleichmässiger Temperaturabnahme“ ist dargestellt worden, welche Temperatur jeder der betrachteten Höhenschichten zugekommen wäre, falls an Stelle der überaus unregelmässigen Temperaturvertheilung eine gleichmässige Abnahme von 0.35° pro 100 m zwischen der beim Aufstieg auf der Erdoberfläche herrschenden (4.0°) und der am höchsten Punkte der Flugbahn in

Beobachtungen der Lufttemperatur nach Höhenstufen zusammengefasst.
Die Beobachtungen bei fallendem Ballon sind durch * gekennzeichnet.

Höhenstufen.	3—400 m	4—500 m	5—600 m	6—700 m	7—800 m	8—900 m	9—1000 m	10—1100 m	11—1200 m	12—1300 m	13—1400 m
	2.8	4.4	3.0	3.5	3.0	2.2	1.6	1.0*	0.0	0.2	— 0.6
	2.4*	3.9*	3.0*	3.4	2.7*	2.7	1.8	1.2*	2.2*	— 0.2	
					2.8*	1.8	1.8		1.8*	0.1*	
						2.0*	1.8			0.4*	
						3.6	1.3			0.4*	
						2.8*	2.0				
						3.2	2.2*				
						1.8*					
Mittel	2.6	4.2	3.0	3.4	2.8	2.5	1.8	1.1	1.3	0.2	— 0.6
— beim Fallen . .	2.4	3.9	3.0		2.8	2.2	2.2	1.1	2.0	0.3	
— beim Steigen .	2.8	4.4	3.0	3.4	3.0	2.7	1.7		0.0	0.0	— 0.6
— bei gleichmässiger Temperaabnahme	2.8	2.5	2.2	1.7	1.4	1.1	0.7	0.4	0.0	— 0.3	
Abweichung . . .	—0.2	+1.7	+0.8	+1.7	+1.4	+1.4	+1.1	+0.7	+1.3	+0.5	

1330 m beobachteten Temperatur (— 0.6°) stattgefunden hätte. Die in der untersten Reihe stehenden Zahlen geben die Abweichung der beobachteten von den zu erwartenden Werthen an. Demnach war nur in der untersten Schicht zwischen 3 und 400 m die Temperatur um ein Geringes zu niedrig, sonst aber überall zu hoch, wobei sich besonders die Höhenstufen zwischen 400—500 m, sowie die zwischen 600—1000 m und die zwischen 1100 und 1200 m gelegenen auszeichneten.

Die schon oben erwähnte Schlussfolgerung, dass die Ballonbahn in einer aus der Anticyklone stammenden dynamisch erwärmten Luftschicht verlaufen sei, welche mit ihren Nachbarschichten, besonders der oberhalb gelegenen, einen lebhaften verticalen Luftaustausch unterhielt, gewinnt durch diese Darstellung weitere Stützen.

Dass die in Spalte 20 der Haupttabelle wiedergegebenen Werthe der Temperaturänderung mit der Höhe erhebliche Schwankungen zeigen würden, obwohl dieselben auf die gleichzeitig am Erdboden herrschende Temperatur bezogen sind, war nach dem oben Gesagten zu erwarten.

Die „Potentiellen Temperaturen" in Spalte 21 zeigen überall beträchtliche positive Unterschiede gegen die wirklich beobachtete Lufttemperatur an der Erdoberfläche unterhalb der Ballon-Flugbahn und charakterisiren hierdurch die dem adiabatischen Verhalten gegenüber äusserst langsame Temperaturabnahme der anticyklonalen Wetterlage.

Spalte 22 und 23 enthalten die Angaben der beobachteten Dampfspannungen und deren Aenderungen mit der Höhe. Die Dampf-

spannung, welche an der Erdoberfläche bei der Abfahrt 4.0 mm betrug, und während der nächsten Stunden unterhalb der Ballonbahn bis 4.4 mm zunahm, war in den vom Ballon durchschnittenen Schichten überall erheblich geringer; ihren höchsten Werth, 3,1 mm, erreichte sie in der Höhe von 379 m, welche nach dem oben Gesagten der Schicht dunstiger Rauchwolken über Berlin entsprach. Oberhalb derselben nahm sie in unregelmässiger Weise ab und erreichte in der grössten Ballonhöhe ihr Minimum von 1.2 mm.

In nachfolgender Tabelle sind die Beobachtungen abermals nach Höhenstufen zusammengefasst und die bei fallendem Ballon gekennzeichnet worden. Während bis zur Höbe von 700 m die Abnahme eine gleichmässige ist, tritt besonders zwischen 700 und 900 m, sowie zwischen 1000 und 1300 m, den Regionen lebhaften Luftaustausches, Zunahme ein. Ein principielles Verhalten bei fallendem und bei steigendem Ballon ist nicht erkennbar.

Beobachtungen der Dampfspannung nach Höhenstufen zusammengefasst.
Die Beobachtungen bei fallendem Ballon sind durch * gekennzeichnet.

Höhenstufen.	3—400 m	4—500 m	5—600 m	6—700 m	7—800 m	8—900 m	9—1000 m	10—1100 m	11—1200 m	12—1300 m	13—1400 m
	2.8	2.6	2.4	2.1	2.4	2.4	2.3	1.9*	2.0	1.8	1.2
	3.1*	2.8	2.6	2.2	2.5*	2.3	2.1	1.9	2.2*	1.7	
					2.5	2.4	2.2		1.9	1.8*	
						2.3*	2.1			1.9*	
						2.6	2.0			2.0*	
						2.5*	2.0				
						2.7	1.9*				
						2.0*					
Mittel	2.9	2.7	2.5	2.2	2.5	2.4	2.1	1.9	2.0	1.8	1.2
— beim Fallen . . .	3.1				2.5	2.3	1.9	1.9	2.2	1.9	
— beim Steigen . .	2.8	2.7	2.5	2.2	2.5	2.5	2.1	1.9	2.0	1.8	1.2

Ein analoges Verhalten zeigen die Beobachtungen der **Relativen Feuchtigkeit** in Spalte 24. Am Erdboden beträgt dieselbe bei der Abfahrt 65% und nimmt, ohne die gewöhnliche tägliche Periode erkennen zu lassen, mit der Annäherung an die Depression bis auf 71% zu. In den vom Ballon durchschnittenen Luftschichten ist dieselbe im Allgemeinen erheblich geringer, am grössten, 57%, in der bei 380 m liegenden Dunstschicht, am kleinsten in der höchsten erreichten Luftschicht von 1330 m = 26%.

Den hohen Lufttemperaturen entsprechen überall geringere relative Feuchtigkeiten, was weiter auf ein Niedersinken der Luftmassen schliessen lässt. Nach Höhenstufen angeordnet, wie in folgender Tabelle, heben sich abermals die Regionen lebhaften Luftaustausches deutlich hervor. Ein Einfluss des Steigens oder Fallens ist nicht erkennbar.

Beobachtungen der Relativen Feuchtigkeit nach Höhenstufen zusammengefasst.
Die Beobachtungen bei **fallendem** Ballon sind durch * gekennzeichnet.

Höhenstufen.	3—400 m	4—500 m	5—600 m	6—700 m	7—800 m	8—900 m	9—1000 m	10—1100 m	11—1200 m	12—1300 m	13—1400 m
	50	42	41	36	42	45	44	37*	42	39	26
	57*	46	45	37	44*	42	39	38	41*	37	
					44	45	42		36	39*	
						44*	39			38*	
						45	40			42*	
						45*	37				
						48	35*				
						39*					
Mittel	53	44	43	37	43	44	39	37	40	39	
— beim Fallen . . .	57				44	43	35	37	41	40	
— beim Steigen . .	50	44	43	37	43	46	40	38	39	38	26

Der in Spalte 25 wiedergegebenen Beobachtungen der Strahlungs-Intensität fehlen leider die Beziehungen zur Erdoberfläche. Im Allgemeinen sind die Differenzen des Schwarzkugelthermometers gegen die gleichzeitigen Lufttemperaturen nicht von besonderer Grösse; sie erreichen ihr Maximum mit 25.7° in 940 m Höhe um 11^{h} 50^{m} a. m. Das Vorhandensein einer dünnen Cirrostratusdecke ist ohne Zweifel der Hauptgrund für die Geringfügigkeit der Strahlungsintensität; die Verdichtung derselben im zweiten Theile der Fahrt erniedrigt erheblich die Angaben des Instrumentes trotz grösserer Höhe.

Ueber die Richtung der Ballonbewegung als Ausdruck der Windrichtung ist das Wesentlichste oben schon ausgeführt. Die im Allgemeinen mit zunehmender Höhe erfolgende Abbiegung nach rechts und Annäherung an die Isobaren entspricht dem bekannten Gesetze, welches auf der Abnahme der Reibung beruht. Unerklärt bleibt die auffällige kurze Linksschwankung des Ballons in 800 m Höhe um 11^{h} 10^{m} a bis 11^{h} 18^{m} a, welche bei schnellem Aufsteigen stattfand. Man hätte hier eher eine Rechtsabbiegung erwarten sollen, zumal die gleichzeitigen Temperaturverhältnisse einen niedersinkenden Luftstrom zu dieser Zeit vermuthen lassen. Die Bewegungs-Richtung der höheren, vom Ballon nicht erreichten Luftschichten war ohne Zweifel, wie die Cirrusbeobachtungen erkennen liessen, eine westliche bis westnordwestliche, erfolgte daher senkrecht gegen die der untersten Schicht. Erblicken wir in ersterer, wie üblich, die aus der Depression in der Höhe ausströmende Luft, in der letzteren die aus der Anticyklone in den tieferen Schichten stammende, so werden die Vorgänge verticalen Luftaustausches zwischen den beiden Schichten auch gewisse Aenderungen in den Strömungsrichtungen hervorrufen müssen.

Die Geschwindigkeit der Fortbewegung des Ballons schwankte, wie aus Spalte 27 hervorgeht, in den verschiedenen Theilen der Bahn nicht unbeträchtlich, ohne dass deutliche Beziehungen zu der Grösse des Gradienten an der Erdoberfläche erkennbar wären.

Nach Höhenschichten geordnet, wurde beobachtet

	Wind-Geschwindigkeit in m. p. s.
in 400— 650 m Höhe	15.2
650 — 800	13.0
850—1040	10.1, 13.9, 11.9
1040—1220	8.9
1220—1240	12.9
1240—1330	12.7

Hiernach fand im Allgemeinen eine Abnahme der Windgeschwindigkeit mit der Höhe bis zur Grenze von etwa 1200 m statt, darüber hinaus schien aber eine Zunahme einzusetzen. Die im Obigen schon wiederholt hervorgehobene Schicht von 800 — 1000 m Höhe zeigte auch hier insofern ein abnormes Verhalten, als die in ihr angetroffenen Windgeschwindigkeiten nicht unbeträchtlich von einander abweichen.

Da die Erklärung der wechselnden Windstärke, welche wir „Böen“ nennen, wohl schwerlich auf das Auftreten analoger kurzer Schwankungen in der Grösse des horizontalen Gradienten gestützt werden kann, bleibt kaum ein anderer Grund für deren Zustandekommen übrig, als die Annahme verticalen Luftaustausches zwischen zwei mit verschiedener Geschwindigkeit über einander strömenden Luftschichten. Das Zusammenfallen der Schichten solchen Luftaustausches mit denen wechselnder Windstärke macht einen Zusammenhang nicht unwahrscheinlich.

Die Angaben der Spalten 28 bis 31 erheischen eine etwas eingehendere Betrachtung im Vergleich mit den an der Erdoberfläche angestellten Beobachtungen.

Bei der Auffahrt des Ballons in Schöneberg, welches im SSW der Stadt Berlin, also bei dem herrschenden SSW-Winde an deren Luvseite gelegen ist, wurden ausschliesslich verwaschene, sogenannte „falsche“ Cirren wahrgenommen, deren Höhe man auf 3—4000 m schätzte. Von tieferliegenden cumulusartigen Gebilden war keine Spur zu bemerken, bis der Ballon die Höhe von 400 m erreicht hatte und über dem nördlichen Theile Berlins, entsprechend dessen Leeseite, hinfortzog. Hier bemerkte man von oben her die cumulusartig aufgetriebenen graulichen Dunst- und Rauchmassen, welche etwa bis nach Blankenburg hin eine leichte Trübung der Atmosphäre nach der Erde zu bewirkten, nirgends aber den Eindruck einer Wolkendecke machten.

Vergleichen wir hiermit die gleichzeitigen Aufzeichnungen der in Frage kommenden Stationen, so finden wir Folgendes:

Beobachtungsort.	$10^1/_2$ a	11 a	$11^1/_2$ a	12 a	$12^1/_2$ p	1 p
Schöneberg	1⁰ Cirri	1⁰ Cirri	1⁰ Cirri	2⁰ Cirri	2⁰ Cirri	2⁰ Cirri
Berlin N., Invalidenstr. .	4⁰ Str. cum	5⁰ Str. cum	7' Str. cum	6' Str. cum	6' Altocum.	7⁰ Altocum.
Blankenburg					8'	8'
Eberswalde	1	?	?	?	?	7
Stettin				5⁰ Cirri	6⁰ Cirri	7⁰ Cirri

Hieraus erhellt zunächst die eigenthümliche Thatsache, dass im Norden von Berlin (Invalidenstr.) und nordöstlich von der Stadt in etwa 9 km Entfernung die Bewölkung eine wesentlich andere war als im Südsüdwesten derselben. Der über der Stadt schwebende Rauch und Dunst hatte das Aussehen einer wirklichen, aus Stratocumulus bestehenden Wolkendecke. In weiterer Entfernung von Berlin, wie in Eberswalde, war die Himmelsbedeckung zu derselben Zeit nur eine geringe, sodass man nicht anders kann, als die im Lee der Stadt beobachtete Wolkendecke als eine rein örtliche, der Stadt selbst angehörige anzusehen.

Während der Fahrt des Ballons wurde weder unter uns, noch über uns etwas von cumulusartigen Wolken bemerkt, dagegen nahmen die Cirrostratusbildungen über uns an Dichte erheblich zu, welche den Sonnenschein bald schwächten und durch einen leichten, in etwa 2000 m Höhe schwebenden Stralus verwaschene Formen erhielten. Nach NW zu zeigte sich eine streifige Dunstschicht, welche das Aussehen einer niedrigen, weit ausgebreiteten Stratuswolke hatte und an Dichtigkeit schnell zunahm. Es war dies, wie die Wetterkarten ergeben, die der heranrückenden Depression vorangehende Regenwolke. Um 12 Uhr wurde in 970 m Höhe das noch etwa 90 km entfernte Stettiner Haff deutlich sichtbar, über welchem eine rauchige Dunstwolke zu liegen schien. Da das Haff noch eine geschlossene Eisdecke hatte, konnte dieser Dunst nicht ein Produkt des Haffs selbst sein, sondern gehörte wahrscheinlich dem Wolkengebiete der Depression an. Nach Beendigung der Ballonfahrt wurden in Stettin wogenartige Anordnungen der Cirren beobachtet, welche aus zwei gekreuzten Systemen bestanden, deren unteres mit der Windrichtung in etwa 1000 m Höhe zusammenfiel, während das höhere der Richtung des Cirrenzuges entsprach. Die Wogenkämme des unteren erstreckten sich also von WNW nach SSE, die des oberen von N nach S.

Die vorstehend in ihren Ergebnissen erläuterte wissenschaftliche Ballonfahrt vom 30. Januar 1891 war die erste, welche mit dem neuen, eigens für diesen Zweck construirten dreifachen Aspirations-Psychrometer unternommen worden ist. Die am 23. Juni 1888 von den Herren von Sigsfeld und Dr. Kremser ausgeführte Auffahrt mit dem Ballon „Herder“*) ist, ob-

*) Kremser: Meteorologische Ergebnisse der Fahrt des Ballons „Herder“ vom 23. Juni 1888. Dies. Zeitschr. 1890. p. 73 und 115.

wohl sie ohne Zweifel als die erste Erprobung des Aspirationspsychrometers im Ballon bezeichnet werden muss, aus dem Grunde nicht in aller Strenge zu Vergleichungen instrumentellen Inhalts heranzuziehen, weil der hierbei benutzte Apparat noch nicht diejenigen Eigenschaften hatte, welche bei ihm hauptsächlich sein jetziges sicheres Functioniren gewährleisten.

So erscheint es denn geradezu unerlässlich, die bei dieser zum grossen Theile noch als eine „orientirende“ anzusehenden Fahrt mit den Instrumenten gemachten Erfahrungen genauer zu erörtern.

Wenn man bedenkt, dass Glaisher bei seinen berühmten Auffahrten seine Instrumente inmitten des Ballonkorbes auf einer seinen Unterkörper kreuzenden Tischplatte aufgestellt und dort beobachtet hatte*), dass man später, besonders bei den Auffahrten französischer Gelehrter, die Thermometer an dem Korbrande oder auch an dem Ringe befestigte, weiterhin aber zur Verwendung des ausserhalb des Korbes durch die Luft geschwungenen Schleuderthermometers schritt, so hat man darin den Ausdruck für das Bestreben zu erkennen, die Beobachtungen mehr und mehr frei zu machen von den Fehlerquellen, welche daraus hervorgehen, dass der Ballonkorb und alle in ihm befindlichen Gegenstände unter dem Einflusse der beträchtlichen Strahlungsintensität sich erheblich höher erwärmen, als die Luft, sowie dass die Körperwärme der Korbinsassen selbst nicht ohne Einfluss auf die Thermometer bleiben kann. Die Methode des „Schleuderns“ sollte ausserdem den Einfluss der direkten Sonnenstrahlung auf die Thermometer beseitigen. von Sigsfeld war der Erste, welcher die Nothwendigkeit erkannte, zur Vermeidung der genannten Fehlerquellen die Thermometer vom Ballonkorbe nahezu gänzlich loszulösen. Er ging sogar darin noch weiter, indem er bei der genannten Fahrt des „Herder“ den interessanten Versuch anstellte, ob auch der Ballon selbst durch Ausströmen seines weit über die Lufttemperatur erwärmten Gases, oder durch beim Steigen erfolgendes mechanisches Mitzerren von Luft aus tieferen und abweichend temperirten Schichten einen Einfluss auf die unter ihm in etwa 2 m vom Korbrande aufgehängten Thermometer ausübe. Deshalb wurde bei dieser Fahrt mittels eines Fernrohres ein zweites Aspirationspsychrometer beobachtet, welches an einer 11m langen Stange ausserhalb des Korbes, 4 m ausserhalb des Ballonumfanges befestigt war. Das Ergebniss dieser Untersuchung war ein günstiges insofern, als keine nennenswerthen Unterschiede gegen das in 2 m Entfernung angebrachte Instrument gefunden wurden.

Die Anbringung der Thermometer ausserhalb des Korbes und in nicht zu geringer Entfernung von demselben war nun als unerlässliche Bedingung anerkannt worden. Spätere Versuche mit einem gleichzeitig beobachteten Schleuderthermometer, welches Instrument die Franzosen und Amerikaner

*) s. diese Zeitschrift 1892 p. 38.

unbegreiflicherweise auch heute noch verwenden, haben weiter noch die absolute Unzuverlässigkeit dieser Methode bewiesen, wenigstens für Jeden, welcher nicht absichtlich deren Fehler übersieht.

So musste das vom Verfasser bei der oben beschriebenen Ballonfahrt vom 30. Januar 1891 angewandte Verfahren der Thermometer-Anbringung an einer den Korbrand um 1,5 m überragenden Stange durchaus genügend erscheinen, um die genannten Beeinflussungen seitens des Korbes auszuschliessen.

Wie schon oben erwähnt, zeigte sich aber bei dieser Fahrt ein deutlicher Einfluss, sobald das Thermometer zum Zwecke der Ablesung auf etwa 30 cm dem Korbrande genähert wurde, was dann besonders in die Augen fiel, wenn die entsprechende Korbwandung von der Sonne bestrahlt wurde. Aus diesem Grunde musste eine ganze Reihe von Ablesungen, welche im ersten Theile der Fahrt angestellt worden waren, verworfen worden, bis es gelang, durch möglichst weites Hinausbiegen des Oberkörpers die Ablesungen in wenigstens 50—60 cm Entfernung vom Korbrande auszuführen und bis festgestellt werden konnte, dass in dieser Stellung ein nennenswerther Einfluss nicht mehr zu bemerken war. Trotzdem wurde diese Wahrnehmung der Grund dafür, das bei allen folgenden Auffahrten von einer Annäherung der Thermometer an den Korb zum Zwecke der Ablesung gänzlich Abstand genommen, und an deren Stelle die Fernrohr-Ablesung principiell eingeführt wurde. Es ist nicht zu bezweifeln, dass gerade das Aspirationsthermometer, wie überhaupt, so auch in dieser Beziehung erheblich empfindlicher ist, als jedes andere Instrument, da es vermöge seiner Aspirationsvorrichtung bis auf eine gewisse Entfernung hin die benachbarten Luftmassen ansaugt und somit deren besondere thermische Eigenschaften den Thermometern zuführt. Anderseits ist die gesteigerte Empfindlichkeit dieses Apparates bei den oft ausserordentlich schnellen Temperatur-Aenderungen eines auf- oder absteigenden Ballons von der grössten Bedeutung, sodass man gern die verhältnissmässig geringe Unbequemlichkeit der Fernrohrablesungen in den Kauf nimmt.

Von gleicher, wenn nicht von noch erheblich grösserer Wichtigkeit ist die Unterhaltung einer permanenten Aspiration des Instrumentes, welche gestattet, Ablesungen desselben in jedem beliebigen Augenblick vornehmen zu können. Wie wir in unseren früheren Besprechungen näher aus einandergesetzt haben, (s. diese Zeitschrift 1890 p. 35) ist jede Unterbrechung des correcten Standes der Thermometer aus dem Grunde zu vermeiden, weil man bei den häufigen und schnellen Aenderungen kaum mit Sicherheit den Augenblick der wieder erfolgten „Einstellung“ erkennen kann. Was bei dem „feuchten“ Thermometer des Psychometers durch das Benetzen des Musselins mit Wasser geschieht, vollzieht sich bei dem trocknen Thermometer durch eine Unterbrechung der Aspiration, welche sofort die Wärmestrahlung der Sonne in volle Wirksamkeit treten lässt.

Aus diesem Grunde erschien mir eine Einrichtung höchst wünschenswerth, welche es ermöglichte, das Laufwerk des Aspirators vom Korbe aus fortgesetzt „aufziehen" zu können, ohne den Apparat selbst heranholen zu müssen. Die bei den späteren Fahrten stets zur Anwendung gelangte Anbringung eines zusammenschiebbaren Hugh'schen Schlüssels von etwa 2 m Länge erfüllte den genannten Zweck vollkommen, sodass allein behufs der Befeuchtung des Musselins ein Heranziehen des Apparates erforderlich wurde.

Abgesehen von der Wichtigkeit der sorgfältigen Berücksichtigung aller die Sicherheit der Beobachtungen fördernden oder hindernden Momente erscheint aber die folgende Auseinandersetzung noch aus einem anderen Grunde nothwendig.

In meinen „Vorbemerkungen" zu der Sammlung von Abhandlungen, welche unter dem Titel „Neue Untersuchungen über die physikalischen Verhältnisse der Atmosphäre mittels des Luftballons" zu erscheinen begonnen hat, sagte ich auf p. 4 dieser Zeitschrift von 1892 Folgendes: „Weiterhin sollen aber auch auf Wunsch Abhandlungen über solche Untersuchungen Aufnahme finden, welche von anderen Fachmännern angestellt worden sind, falls die Grundbedingungen unseres Programms erfüllt werden. Und diese sind: 1. Verwendung gleichartiger, oder doch solcher Beobachtungsmethoden, welche eine volle Gewähr der absoluten Zuverlässigkeit ihrer Ergebnisse bieten."

Da mir die inzwischen seit meiner ersten Auffahrt bei späteren Gelegenheiten gesammelten reichen Erfahrungen gezeigt haben, dass die strenge Aufrechterhaltung dieser Bedingung unmittelbar über den Werth oder den Unwerth unserer ganzen Forscherarbeit entscheidet, so erfülle ich nur eine, zwar wenig angenehme Pflicht, wenn ich erkläre, dass alle mir bisher bekannt gewordenen Abweichungen von dem bei unseren Experimenten wohl erprobten Methoden in der Aufstellung und Bedienung der Apparate nicht unter diejenigen gehören, „welche eine volle Gewähr der absoluten Zuverlässigkeit ihrer Ergebnisse bieten."

Hierunter begreife ich in erster Linie alle diejenigen, nebenbei völlig unmotivirten und nutzlosen Aenderungen im Gebrauche des Aspirationspsychrometers, welche an Stelle der durch das Laufwerk leicht zu erreichenden permanenten Aspiration die durch fortgesetzte Compression eines Gummigebläses erzeugte setzten. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die ununterbrochene Bedienung dieses Injector-Gebläses für längere Zeiträume einfach unausführbar ist wegen der unvermeidlichen Ermüdung, welche mit der Compression der Gummibirne verknüpft ist. Ausserdem ist der diese Arbeit Ausführende nicht im Stande, ausser derselben noch irgend eine andere Thätigkeit auszuüben. In allen Fällen, wo der Beobachter auch die Bedienung des Gebläses auszuführen hat, wird entweder die Aspiration bei jeder Notirung einer Ablesung längere Zeit unterbrochen, oder die Ablesung erfolgt ohne die erforderliche Sorgfalt.

Ferner aber muss jede Beobachtung eines Aspirationsthermometers, bei welcher eine Annäherung dieses Instrumentes bis auf etwa 30—40 cm an die Korbwand des Ballons nöthig ist, als unsicher angesehen werden, da die hierdurch erwachsenden Fehler in ihrem Ausmaasse schwankend und uncontrollirbar sind, je nachdem die betreffende Korbwand besonnt ist, oder im Schatten des Korbes oder des Ballons weilt.

Unbegreiflicherweise hat man aber versucht, den Ausweg zu wählen, durch Sistirung der Aspiration bei der Annäherung des Thermometers „das Einsaugen von warmer Luft aus der Nähe des Korbes zu vermeiden", ohne zu bedenken, dass man einen, wie wir oben gesehen haben, durch besondere Vorsichtsmassregeln vermeidbaren relativ kleinen Fehler ersetzt durch einen viel grösseren und völlig uncontrollirbaren. Man möge in dieser Abwehr nicht einen unberechtigten Eigensinn des Erfinders oder Constructeurs sehen! Jede der Sache zum Vortheil gereichende Verbesserung der vorgeschlagenen und ausgeführten Beobachtungsmethoden würde mit Freuden acceptirt und ausgeführt werden, aber jede unmotivirte Verschlechterung des vorhandenen Instrumentariums muss zurückgewiesen und die mittels solcher Apparate gewonnenen Resultate müssen als ungleichwerthig von der wissenschaftlichen Mitwirkung rücksichtslos ausgeschlossen werden. Das Gleiche gilt von den mehr mit allerlei Spitzfindigkeiten als mit Anerkennung der thatsächlichen Beobachtungen vertheidigten unklaren Ansichten des Herrn Allen Hazen über den Werth des Schleuderpsychrometers im Ballon. Ohne den bei den betreffenden Ballonfahrten ermittelten, demnächst zu veröffentlichenden Beweisen für die Unzuverlässigkeit dieses Instrumentes vorgreifen zu wollen, müssen wir doch die Ausschliessung der auf diese Weise gewonnenen Werthe aus unserer Sammlung unbedingt verlangen.

Wenn wir in unserem Artikel „die Erfordernisse einer Ballonfahrt zu wissenschaftlichen Zwecken" auf p. 75 dieser Zeitschrift vom Jahre 1892 die „Gleichzeitigkeit der Hauptbeobachtungen" als besonders wichtig betont haben, so haben wir doch nicht voraussehen können, dass dieses Postulat Veranlassung geben könnte zur Construction eines wesentlich hierauf basirten complicirten Apparates. Wir sind uns dessen sehr wohl bewusst, dass kein Registrirapparat, und sei er noch so zuverlässig, die Stelle von directen Ablesungen einnehmen könne; aber ebenso sind wir von der Nutzlosigkeit eines Apparates überzeugt, welcher an die Stelle von unschwer auszuführenden streng gleichzeitigen Ablesungen eine Registrirung setzt, welche viel umständlicher, zeitraubender und weniger gleichzeitig ist. Wie wir am angeführten Orte auseinandergesetzt haben, ist die Ablesung des Barometer- und Thermometerstandes bei Abgabe eines Zeitsignals von zwei Personen, — und diese sind doch wohl stets im Ballonkorbe zusammen — mit der Genauigkeit einer, allerhöchstens von zwei Secunden stets zu erreichen, falls nur die nöthige Einübung der Beobachter vorhanden ist. Setzt man aber an Stelle dieses wahrhaft einfachen Verfahrens ein solches,

—

welches auf photographischem Wege, nicht etwa selbstthätig, sondern unter steter Mitwirkung einer Person, welche den Apparat bedient, eine Registrirung dieser Elemente bewirken soll und hierbei zur Exposition 12—15 Secunden, also $^1/_4$ Minute Zeit verbraucht, so muss dies als eine erhebliche Verschlechterung der Beobachtungen erscheinen. Ohne Zweifel müssen Beobachtungen, welche einer Viertelminute Zeit zu ihrer Fixirung bedürfen, als „nicht gleichzeitig" angesehen werden. Steigt z. B., was nicht selten eintritt, ein Ballon in einer Minute um 200 m, so kann sich der Stand des Thermometers während einer Viertelminute um 0.5^0, unter besonderen Verhältnissen auch um den doppelten Betrag ändern, während die „photographische Fixirung der Instrumentenstände" allenfalls einen Mittelwerth dieser Aenderung andeutet.

Bei den Thermometern wird auf diese Weise nicht einmal ein Mittelwerth, sondern nur der höchste Stand in diesem Zeitintervalle gewonnen, da bei einem Fallen des Instrumentes das vorher erzeugte Abbild des höheren Standes nicht etwa überdeckt wird, wie beim Steigen, sondern bestehen bleibt; hierin müssen wir einen bedenklichen principiellen Fehler der Methode erblicken.

Um derartige, bis auf $^1/_4$ Minute in allen einzelnen Theilen „ungleichzeitige" Beobachtungen anzustellen, bedarf man aber keines complicirten „Registrirapparates," sondern nur einer sehr schlecht ausgeführten Ocularablesung. Meint man aber wirklich, wie dies geschehen ist, dass „schneller als in Pausen von zwei Minuten aufeinanderfolgende Aufnahmen wenig Werth haben, da die Instrumente grösseren Aenderungen des Druckes und der Temperatur in so kurzer Zeit nicht genügend folgen," so bedeutet dies nach unserem obigen Beispiele, dass für eine derartige „Verbesserung" der Beobachtungen Höhenänderungen von 400 m, entsprechend Barometeränderungen von 30—35 mm, und Temperaturänderungen von 4^0 und mehr von dem Apparate nicht genügend wiedergegeben werden sollen.

Wird nun aber ein solcher complicirter und unzuverlässiger Apparat noch derartig placirt, dass man die aspirirte Luft in etwa 30—40 cm Entfernung vom oberen Korbrande entnimmt, und erfolgt die Aspiration selbst in so ungenügendem Maasse, dass das „befeuchtete Thermometer in Folge seiner etwas grossen Masse und in Folge des zu engen Zwischenraumes zwischen dem musselinbekleideten „schraubenförmigen" (!) Quecksilbergefässe und der benachbarten Metallhülse nicht auf den richtigen Stand hinab abgekühlt wird," sodass zu der wissenschaftlichen Verwerthung seiner Registrirungen willkürlich berechnete Correctionen von im Mittel — 0,5^0 — die Extreme schwanken zwischen — 1.0^0 und — 0.1^0 — angebracht werden müssen, so bleibt abermals nichts weiter übrig, als solche „Registrirungen" aus der Reihe der zuverlässigen Beobachtungen zu verweisen.

Ich kann diesen, wahrlich nur mit innerem Widerstreben veröffentlichten Theil der obigen Arbeit nicht schliessen, ohne dem Gefühle des

Bedauerns Ausdruck zu geben, dass sich trotz wiederholter von hier ausgegangener Bemühungen eine gemeinschaftliche Zusammenarbeit nach völlig gleichwerthigen Beobachtungsmethoden unter den verschiedenen dem gleichen Ziele zustrebenden Forschern nicht hat erreichen lassen. Die Verantwortung für diese wahrhaft beklagenswerthe, ausserdem völlig unmotivirte Schmälerung des doch gewiss nicht überreichen Materiales trägt, wie wir noch ausdrücklich constatiren wollen, weder der Verfasser dieser Zeilen, noch der „Deutsche Verein zur Förderung der Luftschiffahrt!“

Die Segelradflugmaschine.*)

Von Prof. **Georg Wellner**.

Die Resultate meiner Luftwiderstandsbestimmungen für gewölbte Flächen im Winde und auf Eisenbahnen mit den Messapparaten, die auch in unserer Zeitschrift ausführlich behandelt wurden, gipfelten im Wesentlichen in dem Schlussergebnisse, dass man zum Behufe günstigster oder kräftigster Hebewirkung bei möglichst geringem Arbeitsaufwand sanft gewölbte Tragflächen verwenden und dieselben unter geringen Steigungswinkeln gegen die Luft bewegen solle. Dabei ist es vortheilhaft, wenn die Krümmung der Fläche parabolisch verläuft, und wenn die Stärke von der Vorderkante nach rückwärts und nach auswärts allmählich abnimmt, kurz wenn die Tragfläche im Wesentlichen dem Vogelflügel nachgebaut ist. Von einer solchen Fläche lässt sich theoretisch beweisen, dass sie für den Zweck der Flugmaschinen am günstigsten sei, doch will ich auf diesen Beweis, weil er zu weit führen würde, heute nicht eingehen. Die Fliehkraftswirkung der längs der Tragfläche oberhalb und unterhalb dahinstreichenden Luft habe ich schon in meinem vorjährigen Vortrage in eingehender Weise erörtert**).

Heissen wir F die Grösse der Tragfläche in m^2, G die erzeugte Hebekraft in Kilogramm und v die Bewegungsgeschwindigkeit gegen die Luft in Meter per Secunde, so gilt die bekannte Beziehung:

$$G = \frac{F\,v^2}{8} \cdot a,$$

wobei der Factor a von der Form und Neigung der benutzten Fläche abhängig ist. Es unterliegt keiner Schwierigkeit, den Factor a auf 0.5 zu bringen oder noch einen höheren Werth zu erzielen.

---

*) Auszug aus einem im Wiener Flugtechnischen Vereine am 15. December 1893 gehaltenen Vortrage.

**) Siehe hierüber auch die Publication des Autors in der Zeitschrift für Luftschiffahrt, 1891, Heft 3/4, 7/8, 11 und 1892, Heft 8.

Segelradflugmas

Fig: 3

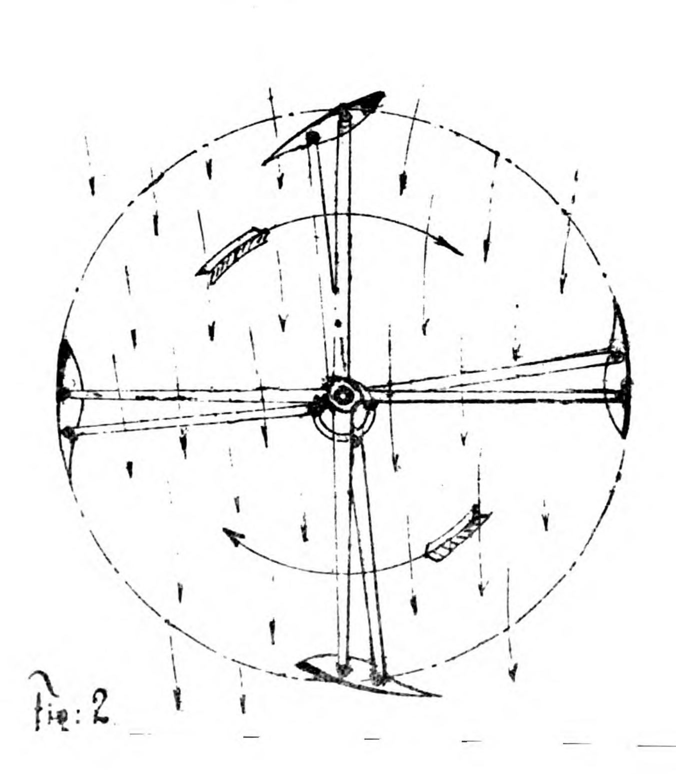
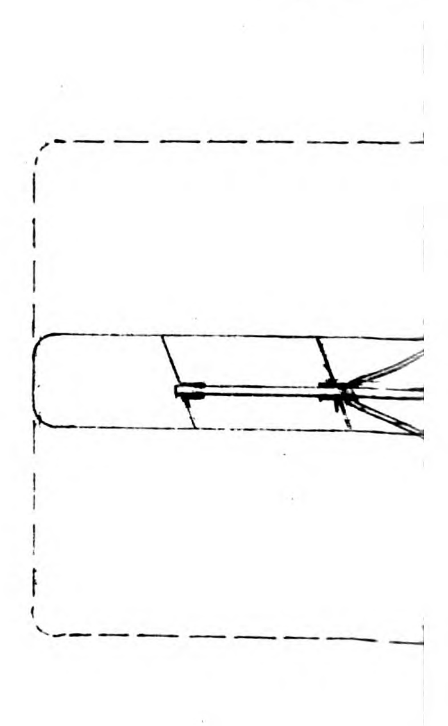
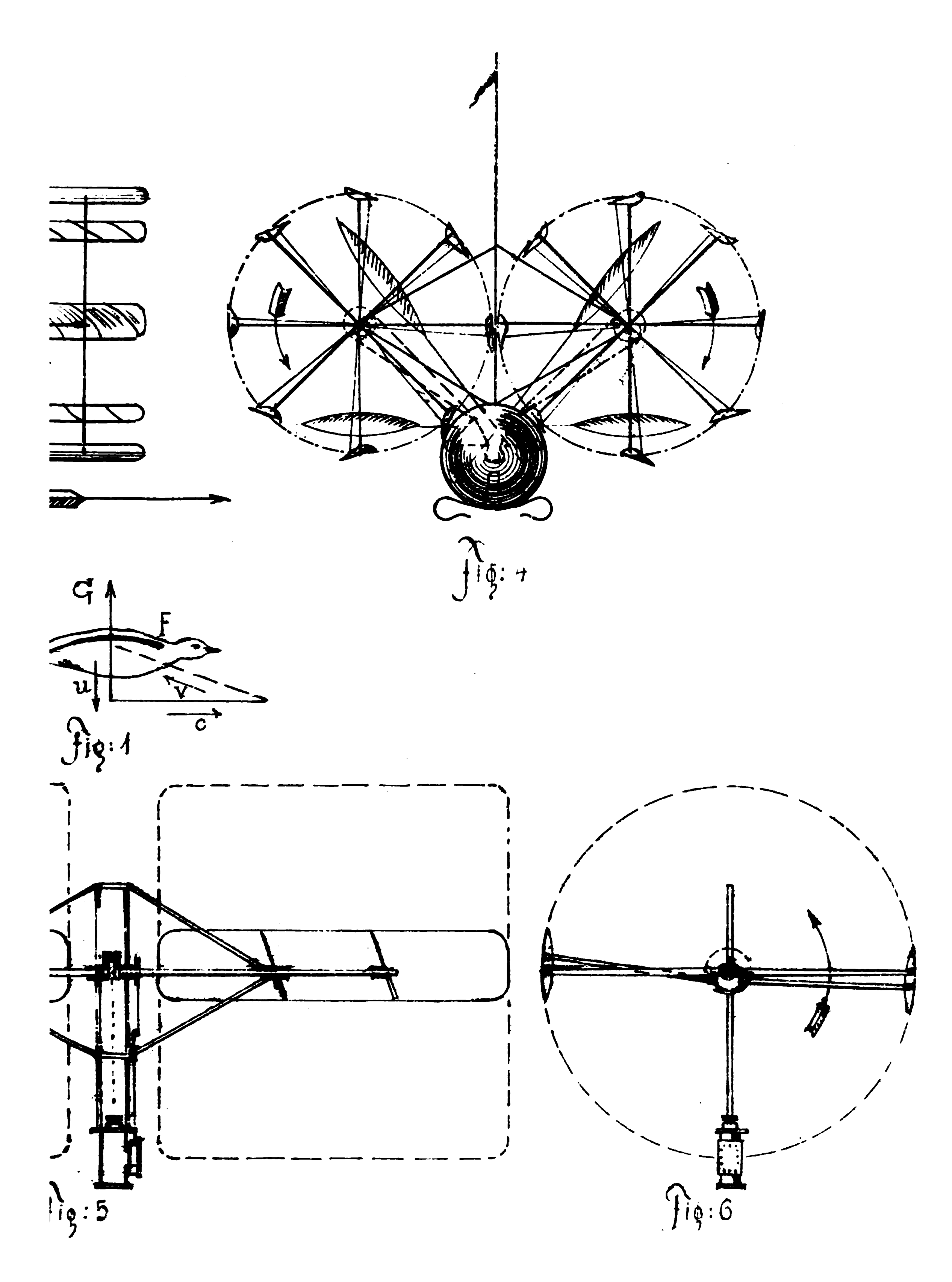


Fig: 2



ine Syst. Prof. Wellner.



Für den Ansatz $a = 0.5$ erhält die obige Gleichung die Form

$$\frac{G}{F} = \left(\frac{v}{4}\right)^2,$$

d. h. in Worten ausgesprochen: bei einer Windgeschwindigkeit von 4 m gegen die ruhende Fläche, oder bei einer Bewegungsgeschwindigkeit der Fläche von 4 m in ruhender Luft, trägt jeder m^2 Fläche je 1 kg.

Setzt man jedoch $v = 40$ m (und eine solche Geschwindigkeit für die Tragflächen einer Flugmaschine ist noch leicht erzielbar), dann wird $\frac{G}{F} = 100$, d. h. die Hebekraft pro m^2 steigt auf 100 kg, also auf ein ganz bedeutendes Mass, durch welches begreiflich erscheint, dass die Ausführbarkeit von Flugmaschinen im Bereiche der Möglichkeit liegt. Auf Grundlage dieser Erfahrungen wird der spielende Segelflug der Vögel, insbesondere bei Wind, leicht erklärlich. Während der Flügelschlag des Vogels mit der Geschwindigkeit u nach unten geführt wird, kommt der Vogel inzwischen um eine Strecke c nach vorwärts, so dass für die Wirkung des hebenden Luftwiderstandes die wirkliche schräge Bahn des Flügels mit der resultierenden Geschwindigkeit v massgebend ist. (s. Fig. 1 der beiliegenden Figurentafel).

Die Flügelniederschlagsgeschwindigkeit u für sich allein wäre durchaus unzureichend, um den Vogel zu tragen. Der Vogel muss rasch gegen die Luft vorwärts fliegen, damit er sich in der Luft erhalte. Die Fluggeschwindigkeit oder entgegenkommender Wind sind die nothwendigen Vorbedingungen für sein müheloses Schweben.

Auf dem gleichen Prinzipe sind die vielen Drachenfliegerprojecte aufgebaut, alle bestehend aus schräg gestellten Tragflächen, welche durch irgend einen Treibapparat rasch in der Luft vorwärts geschoben werden sollen, damit sie die gewünschte Tragkraft liefern möchten. Solche Drachenfliegerapparate, ausgestattet mit 2 gegenläufigen Propellern, welche durch zusammengedrehte Kautschukschnüre in Bewegung gesetzt wurden, hat Herr Kress vor einigen Jahren schon hier in Wien vorgeführt.

Otto Lilienthal in Berlin cultiviert den persönlichen Kunstflug als Vorstudium für die Lösung der dynamischen Flugfrage, und erreichte mit Hülfe von grossen regierbaren Tragflügeln schöne Resultate, indem er mit Anlauf gegen den Wind von einer Anhöhe operirend, schon Strecken über 200 m frei in der Luft durchschwebte*).

Weiter erwähne ich zwei schöne Drachenflieger: „Flying machines,“ welche in der Zeitschrift „Scientific American“ beschrieben sind, der eine von Philipps, bestehend aus einer Wandfläche mit 50 übereinander gestellten sanftgewölbten Schrägflächen nebst einer Luftschraube mit Dampf-

---

*) Prometheus 1893, No. 204/205. Zeitschr. f. Luftschiff. 1893. Heft 11.

betrieb*); der andere von Langley mit fischformähnlichem Schiffskörper und vogelflügelähnlichen Tragflächen nebst sinnreichem Motor**). Auch Edison baute heuer wieder ein Modell, nachdem sein früheres mit fledermausähnlichen Drachenflügeln nicht sonderlich empfehlenswerth war. Desgleichen construirte Mr. Hargrave in Australien kostspielige Drachenflieger mit Dampfmaschinen und Kesseln, welche, beflügelten fliegenden Raketen gleich, weite Strecken durchzogen***).

Schliesslich will ich noch das kürzlich in einer Broschüre veröffentlichte Drachenfliegerproject von Gustav Koch†) in München nennen, bei welchem anstatt der sonst üblichen Luftpropeller zwei Oldhamräder als Treibapparate zum Zwecke der Propulsion in der Luft vorgeschlagen werden.

Aus den gemachten Angaben — und ich beschränke mich absichtlich nur auf die Vorführung der Projecte des heurigen Jahres — lässt sich ersehen, wie intensiv und mit wie grossem Kostenaufwande an vielen Orten in der Richtung dynamischer Flugmaschinen gearbeitet wird, freilich überall ohne praktischen Erfolg. Die unmittelbar vorliegenden Versuche jedoch, insbesondere die Bemühungen Lilienthal's, beweisen, dass die Ausführbarkeit von Drachenfliegern thatsächlich schon in der Nähe des Erreichbaren gelegen ist, und doch ist der persönliche Flug der Menschen durch eigene Kraft das weitaus Schwierigere und Ungünstigere gegenüber dem Bau von Flugmaschinen mit motorischem Betrieb.

Bezeichnet $A = 8$ bis 12 die secundliche Arbeit eines Menschen in Meterkilogramm, und $G = 80$ bis 120 sein Eigengewicht nebst Flügelapparat in Kilogramm, so ergiebt sich der Quotient zwischen dem Arbeitsaufwand und dem Gewichte für mittlere Verhältnisse:

$\frac{A}{G} = \frac{1}{10}$, dagegen beträgt die Leistung einer Dampfmaschine pro Pferdekraft bekanntlich $A = 75$ Secundenmeterkilogramm, und wenn man das Gewicht der Maschine incl. des Flügelapparates bei leichter, kräftiger Bauart mit $G = 50$ bis 100 kg ansetzt, so folgt für den Motorbetrieb $\frac{A}{G} = 1$, somit ein zehnfach günstigeres Verhältnis, das heisst mit anderen Worten: Flugmaschinen mit Motorbetrieb sind zehnmal leichter ausführbar, als Flugmaschinen mit menschlicher Kraft.

Es lässt sich die Folgerung ziehen: Möglich sind die Drachenflieger, aber sie bedürfen raschesten Fluges, um die nöthige Tragkraft zu erzeugen, und durch diesen Umstand wird der Anflug und das Landen

---

*) Scientific American 1893, Supplem. v. 3. Juni.

**) Scientific American 1893 vom 22. April.

***) Siehe hierüber Zeichnungen und Angaben in der Zeitschrift für Luftschiffahrt 1893, Maiheft No. 5.

†) G. Koch, „die Lösung des Flugproblems und das Luftschiff der Zukunft" München 1893.

unsicher und gefahrvoll; die genaue Einhaltung des günstigsten Schrägwinkels für die tragende Drachenfläche ist unmöglich; die Stabilität fehlt besonders bei unruhiger Luftströmung; die praktische Brauchbarkeit geht verloren.

Ein gutes Luftschiff — daran halte ich fest — soll sich langsam und ruhig erheben können, es soll im Stande sein, an Ort und Stelle in freier Luft zu schweben und zu fliegen, auch gegen widrigen, stossweisen Wind. Das Kriterion einer guten, brauchbaren Flugmaschine ist also die Möglichkeit, sich zu erheben und in der Luft schwebend zu bleiben, ohne sich weiter bewegen zu müssen.

Das Schweben an Ort und Stelle ist nur möglich, wenn die Erzeugung der Tragkraft von der Fluggeschwindigkeit unabhängig gemacht wird, indem man künstliche Bewegungen der Flügelflächen anwendet. Dies führt nothwendigerweise und naturgemäss auf die Benutzung von rotirenden Tragflächen.

Eine Reihe von schräg gestellten ebenen oder gewölbten Flächen, um eine verticale Achse im Kreise umlaufend, liefert einen Luftpropeller, und es unterliegt keinem Zweifel, dass solche Schrauben, wenn sie nur kräftig genug in Drehung gesetzt werden könnten, sich selbst und daran angehängte Lasten in verhältnismässig einfachster Weise in die Höhe zu bringen vermöchten. Auf diesem Prinzipe beruhen alle Schraubenfliegerprojecte, darunter auch jenes, welches neuester Zeit Director Jarolimek in Vorschlag brachte*).

Gewöhnliche Luftpropeller zeigen sich aber nur als Treibapparate zur Förderung von Luft, als Vorbewegungsmittel, bei grossen Steigungen zweckdienlich, wie dies an Schraubenventilatoren zu sehen ist; bei kleineren Steigungswinkeln jedoch, und nur solche kann man für den Zweck des Schwebens brauchen, arbeiten sie, wie es vielfache, nicht nur von mir angestellte Versuche zeigen, höchst unökonomisch und zwar deshalb, weil die ungleichartige Umdrehungsgeschwindigkeit an den verschiedenen Radien der Schraubenflächen ungleiche Verdichtungen und nutzlose radiale Luftbewegungen verursacht. Auch ist die Möglichkeit grosser Flächenentwicklung bei Propellern durch Ueber- und Nebeneinanderstellen derselben ohne Schädigung der Wirksamkeit vom praktischen Standpunkte ungemein schwierig.

Die Luftschrauben sind äusserst einfach, sie bedingen jedoch ein übergrosses Arbeitserfordernis für ihren Betrieb und eignen sich aus diesem Grunde nicht als Hebeapparate für Flugmaschinen.

Ich war deshalb bemüht, eine andere Methode mit rotirenden Tragflächen ausfindig zu machen, um das Schwebeproblem zu lösen. In der Natur sehen wir mehrere Thiergattungen, die ausgezeichnet befähigt sind, frei in der Luft zu stehen. Der Vogel kann dies nicht; er muss ungemein heftige Flatterbewegungen ausführen, um sich an Ort und Stelle zu er-

*) Siehe: Zeitschrift des oesterr. Ingenieur- und Architekten-Vereins. 1893, No. 30/31.

halten; aber kleine Thiere, so unter den Insecten vornehmlich die Glasflügler z. B. die Fliege, die Wasserlibelle, verstehen es ganz vorzüglich, oft lange Zeit unbeweglich an ein und derselben Stelle in freier Luft zu stehen, ohne dass es ihnen eine besondere Anstrengung zu verursachen scheint.

Die Flugart der Insecten ist eine sehr verschiedenartige, nach vielen Richtungen hin interessante. Sämmtliche Flugmethoden erscheinen von der Natur den Insecten zugetheilt.

Die Tagschmetterlinge schwingen und schaukeln sich langsam und schwerfällig auf und ab; die Käfer (Hartflügler) heben die Flügeldecken, falten die zarten, anfangs zusammengelegten Unterflügel auseinander und schwirren dann gegen den Wind vorwärts.

Viele Insecten segeln als Drachenflieger mit schräggestellten Flächen gegen die Luft, einige machen achterförmige Schwingebewegungen; die Zweiflügler (Diptera), aber auch vierflüglige (z. B. die Hummel) beschreiben mit den Flügelspitzen kegelförmige Bahnen, wobei die Flügelwurzeln in den Achselhöhlen rotieren.

Eine sehr schöne Arbeit über Insectenflug hat neuester Zeit A. Ritter v. Dutczynski in der Zeitschrift für Luftschiffahrt veröffentlicht, worin er speziell den Flug der Wespen und Hornisse ausführlich behandelt. Die achterförmige Schwingebewegung, welche mehreren Insecten eigenthümlich ist, liesse sich zum Zwecke des Schwebens in der Luft sehr gut verwerthen, doch müssen wir davon absehen, weil die Erzeugnisse des Menschen niemals jene vollkommene Elasticität zu erreichen vermögen, welche den Flügeln der Thiere gegeben ist, und welche nothwendig ist, damit beim Betriebe nicht grosse Arbeitsverluste entstehen.

Vom technischen Standpunkte erweist sich immer nur die Rotation als die geeignetste Bewegung für die Flügelflächen einer Flugmaschine.

Nachdem nun die Rotation der Flächen um eine verticale Achse, wie sie bei den Tragschrauben vorkommt, nach früherer Erläuterung ungünstig erscheint und die Rotation um eine horizontale Querachse ganz unbrauchbar ist, weil die Flächen der Windrichtung hemmend entgegenkämen, so bleibt nichts anderes mehr übrig, als die Rotation um eine horizontale Längsachse. Wenn bei dieser Drehbewegung nach der Quere eine hebende Wirkung erzielt werden soll, müssen die Tragflächen auf ihrer Kreisbahn eine entsprechende Wendung erfahren, und bei Beobachtung dieser Bedingung kam ich auf einen neuen Mechanismus, das Segelrad, den Segelradmechanismus und durch ihn auf den Typus der Segelradflugmaschine.

Das Segelrad besitzt im Kreise trommelartig um die Achse angeordnete Tragflächen, deren Vorderkanten sich bei der Rotation, jedesmal in den oberen Positionen nach aussen, also nach oben, und in den unteren Positionen nach innen, also ebenfalls nach oben stellen. Dies geschieht am bequemsten durch Anbringung eines festen Excenters E mit Excenterstangen,

wie das durch das Querschnittsmodellbild Fig. 2 versinnlicht ist. Während die festen Radarme umlaufen, schieben die Excenterstangen die gelenkig drehbaren Tragflächen derart in die richtigen Lagen, dass die Vorderkanten abwechselnd auswärts und einwärts gegen den mittleren Umlaufskreis zu stehen kommen. Auf diese Art wird sowohl im oberen, als im unteren Segelradhalbkreise in günstiger Weise Hebekraft geliefert. Die Mittelstellungen sind Uebergangspositionen oder Todtlagen.

Der Mechanismus des Segelrades ist demjenigen der Morganruder bei Raddampfern analog, nur ist die Wirkungsweise der schwingenden Flächen eine ganz andere.

Ich halte den Segelradmechanismus für ganz ausgezeichnet gerade für die Zwecke, welche eine dynamische Flugmaschine zu erfüllen hat. Die Luft wird von oben und von den Seiten herangezogen und nach unten geworfen, wie es die Linien und Pfeile auf dem Bilde Fig. 2 andeuten.

Der hier ausgestellte Versuchsapparat mit Handkurbelbetrieb ist ein Segelrad in fliegender Anordnung, im Querschnitte mit Fig. 2 identisch, dazu bestimmt, die gelieferte Hebewirkung durch unmittelbare Wägung zu messen. Die Segelradachse ruht zu diesem Behufe, wie ein Wagebalken auf zwei Querschneiden auf, und der Antrieb durch eine Doppelschnurrolle mit Schwungrad und 4 Leitrollen ist so getroffen, dass der Wagebalken frei spielen kann, ohne dass die Drehbewegung irgendwie behindert wäre. Im Kreise sind vier Tragflächen angebracht, welche beim Umlauf infolge des fixen Excenters die schon erwähnten Stellungen annehmen. Die erzeugte Luftbewegung bildet einen quer durch die Trommel des Segelrades nach unten gerichteten Strom. Oberhalb der Tragflächen herrscht Verdünnung, unterhalb derselben Verdichtung, und eben hierdurch wird die hebende Wirkung verursacht. Bei umgekehrter Drehung des Segelrades fliesst die Luft von unten hinauf, und an Stelle der Hebekraft stellt sich eine nach abwärts drückende Kraft ein. Wenn die Tragflächen segelartig nachgiebig, z. B. aus Stahlrippen in Rahmenform gebaut und mit Segeltuch oder Seide überzogen sind, dann bauchen sich die Flächen durch den bei der Drehung erzeugten künstlichen Wind in günstigem tragenden Sinne sowohl in den oberen als auch in den unteren Lagen immer nach oben aus. Zahlreiche Versuche mit ebenen und gewölbten, festen und elastisch biegsamen Flächen ergaben an diesem Segelradapparate in Bezug auf die Hebewirkung eine gute Uebereinstimmung mit jenen Resultaten, welche ich bei den Luftwiderstandsmessungen im Winde und auf Eisenbahnen gewonnen habe. Dabei ist zu bemerken, dass wegen des allmäligen Ueberganges in der Situation der Tragflächen bei ihrem Kreisumlaufe, und weil nur die verticale Componente des geweckten Luftdruckes für das Tragen nutzbar wird, nicht alle Flächen als vollwerthig in Rechnung gezogen werden dürfen, sondern, wie eine einfache Integration beweist, und wie es auch die Versuche bestätigen, nur zwei Fünftel davon, so dass die stetige Wirkung

eines Segelrades im hebenden Sinne so gross ist, als ob sich immer zwei Fünftel sämmtlicher Flächen in der obersten Position befinden würden.

In der Wirkungsweise des Segelrades ist die achterförmige Schwingebewegung wieder zu finden, welche aber nicht geradlinig hin und her geschieht, sondern in eine Rotation aufgelöst erscheint. In den oberen Lagen schwingen die Tragflächen, Luft schöpfend und unter sich zusammenschiebend nach der einen Seite, in den unteren Lagen nach der andern Seite. Auch das Auf und Ab des Vogelflügelschlages lässt sich in der Segelradbewegung nachweisen. Durch Einführung der unwirksamen Wendepunkte in den horizontalen Positionen der Tragflächen ist die Vorwärtsbewegung, welche bei den Drachenfliegern zur Erzeugung der Tragkraft in geradliniger Form erforderlich ist, durch die stetige, der technischen Praxis angepasste, der Quere nach verlaufende Kreisbewegung ersetzt. Solche Segelflugräder werden nun zweckmässiger Weise für eine grössere Flugmaschine je zwei in gegenläufiger Bewegung angeordnet und auch mehrere Paare hintereinander gestellt, so dass vier, sechs, acht und mehr zusammen wirken können.

Bei der Anordnung einer Segelmaschine nach dem Bilde Fig. 3 und 4 sind zwei um ihre Achse drehbare, ovale Ruderflächen im Vorderschiff schief nach oben und zwei ebensolche Flächen in horizontaler Lage rückwärts unten disponirt. Eine kleine Wendung eines dieser Steuerruder, in entsprechender Weise ausgeführt, genügt, um eine verhältnissmässig bedeutende Schwenkung aus der Fahrrichtung hervorzubringen.

Falls zwei separat arbeitende Motoren an der Flugmaschine angeordnet sind, ist es am zweckmässigsten, wenn der eine Motor die vorderen, und der andere die rückwärtigen Segelräder in Betrieb setzt. Arbeitet nun die Vorderseite rascher, so hebt sich das Fahrzeug, läuft dagegen die Hinterseite schneller, so senkt sich dasselbe. Zum Behufe des Abschwenkens nach rechts und links sind in diesem Falle zwei verticale Steuerruder am Hinterschiff nothwendig, deren Bewegung in ähnlicher Art zu geschehen hat, wie bei Booten im Wasser. Je rascher der Flug, um so wirksamer wird die Ablenkung der Fahrt bei schief gestellten Rudern. Stellt man beide Steuerruderflächen quer zur Fahrt ein, dann wirken sie als Hemmnisse bremsend und den Flug verzögernd, so dass auch ein Stillstehn in der Luft möglich wird, und wird dieser Fall insbesondere beim Landen angestrebt werden. Durch Anbringung von vier gesondert arbeitenden Motoren, welche sich bei dem Bau sehr grosser Segelradflugmaschinen empfehlen werden, können sämmtliche Steuerruderflächen entfallen, indem dann die rechte und linke Vorderpartie und die rechte und linke Hinterpartie von Segelrädern ihren separaten Antrieb erhält, und hierdurch alle möglichen Combinationen der Gangart ausführbar werden. Wenn sich z. B. die vorderen zwei Motoren rascher bewegen als wie die rückwärtigen, dann steigt das Fahrzeug mit der Spitze nach oben; wenn die beiden rechtsseitigen Motoren schneller laufen als die linksseitigen, so wendet das Schiff nach links; und so sind

alle Arten der Zusammenwirkung der vier Motoren in der Weise ausführbar, dass es dem die Motoren bedienenden Maschinisten leicht wird, irgend eine beliebig gewünschte Fahrrichtung einzuleiten. Beizufügen ist noch, dass das Luftmedium in dieser Richtung ungemein empfindlich ist und eine geringfügige Aenderung der Gangart eines Motors schon genügt, um relativ bedeutende Ablenkungen zu erzeugen.

Der Anflug von der Station ab geht folgendermassen von Statten. Die Segelräder beginnen zu rotiren, und ihre Schraubenrippen peitschen die Luft in ähnlicher Weise, wie die Schraube des Dampfbootes bei der Ausfahrt das Wasser herum wirbelt. Die Maschine hat beim Anflug die grösste Arbeit zu liefern. Sobald dann unter den Tragflächen genügend verdichtete Luft angesammelt ist, hebt sich der Apparat, das Luftschiff schwebt und steigt und beginnt auch schon wegen der Wirkung der Schrauben vorwärts zu fliegen, immer schneller und schneller, bis zur gewünschten Fahrgeschwindigkeit.

Unter den Vortheilen der Segelräder für Flugmaschinen sind hervorzu heben:

1. Die Methode der Tragflächenbewegung, bei welcher dieselben, wie es der Tragleistung entspricht, mit der ganzen Breitenentwicklung gleichmässig der Luft entgegengehen.

2. Die genaue Einstellung des Neigungswinkels, unter welchem die Tragflächen arbeiten, da derselbe durch das fixe Excenter und die Stangenbewegung im Mechanismus selbst unabänderlich geregelt und gesichert ist.

3. Die Möglichkeit scharfer Rotation, durch welche auch eine grosse Stabilität des Luftfahrzeuges und eine einfache Wirkungsweise des Motors erzielt wird, indem ein direct an der Radachse angreifendes Kurbelgetriebe benutzt werden kann. Es hat nichts schwieriges an sich, Umlaufsgeschwindigkeiten von 30 — 50 m für das Segelrad zu wählen, kommen ja doch bei Ventilatoren noch höhere Geschwindigkeiten vor.

4. Die Möglichkeit ruhigen Aufstieges und langsamen Vorwärtsfluges von der Station aus.

5. Der geringe Stirnwiderstand beim Vorwärtsfluge in axialem Sinne, welcher es mit sich bringt, dass man hohe Fluggeschwindigkeiten wird verwenden können.

In Betreff der Lieferung des Vorwärtsfluges ist die Propellerwirkung das denkbar Beste; man könnte unmittelbar an der Achse des Segelrades eine Luftschraube anbringen, welche die vorwärtstreibende Kraft zu liefern hätte; doch wäre dies nicht das Beste; es ist ja Sorge zu tragen, dass die wirksamen Propellerflächen möglichst weit von der Achse stehen und eine möglichst gleichmässige Geschwindigkeit besitzen. Hierzu eignen sich nun in einfachster Weise die ohnehin erforderlichen Versteifungsrippen der Tragflächen des Segelrades. Diese Rippen, sowie die Armstangen, construire man daher nach Schraubenflächen von constanter Steigungshöhe, und man

erzielt beim Umlauf des Rades ein regelrechtes, gleichmässiges Nachrückwärtsschieben der Luft, dadurch die gewünschte Propulsion, ein Hineinschrauben der Rippen mit ihren Kanten durch den Luftkörper und hiermit auch den denkbar geringsten Stirnwiderstand für den Vorwärtsflug.

Die Zeichnungen Fig. 3 und 4 zeigen in grösserem Massstabe den Längenschnitt und die Stirnansicht einer Segelradflugmaschine, welche für schnellen Personenverkehr bestimmt ist. Unten in der Mitte das cigarrenförmige Schiff mit den Räumen für den Motor, für Kessel, Heizvorrath und Passagiere; oberhalb rechts und links drei Paare gegenläufiger, rotierender Segelräder mit schraubenförmigen Versteifungsrippen auf leichtem Gerüst gelagert. Sowohl die Wellen als auch die Stäbe des Gerüstes sind aus hohlen Stahlröhren gedacht, damit das Constructionsgewicht möglichst gering ausfalle. Die in dem Fig. 3 und 4 im Masstabe 1 : 200 dargestellte Maschine — zur Beförderung von 4 bis 8 Personen — besitzt jederseits drei Segelräder von 6,4 m Durchmesser und 20 m Länge und einen Motor von 80 HP., welcher bei 135 Umläufen in der Minute eine Umfangsgeschwindigkeit von 45 m in der Secunde und ein totales Tragvermögen von 6400 kg. zu liefern hat.

Bei *A* ist der Motor untergebracht; das Zeichen *E* gilt für die vier Paare fixer Excenter; zwei Paare vorn oben und rückwärts unten befindliche drehbare Ruderflächen *O*, *U* sollen die Steuerung des Fahrzeuges nach auf- und abwärts, sowie nach rechts und linkshin ermöglichen.

(Das während des Vortrages ausgestellt gewesene Bild einer grösseren Segelradflugmaschine, in einem zwanzigstel der natürlichen Grösse gezeichnet, hatte vier Paare Segelräder von 6,4 m Durchmesser mit 20 m Umfang, zwei Betriebsmotoren von je 50 HP bei 135 Tonnen, sollte ein totales Tragvermögen von 8400 kg. liefern, und für 16 Personen dienen. Die Anordnung zweier separat arbeitender Motoren, wovon der eine die vordere, der zweite die rückwärtige Hälfte der Segelräder zu betreiben hat, bezweckt die Sicherheit der Steuerung des Fahrzeuges nach oben und unten, während das Abschwenken nach der Seite durch ein gewöhnliches doppeltheiliges Steuerruder besorgt werden soll.)

Wenn die Maschine umzulaufen beginnt, entwickelt sich unter den Tragflächen der Segelräder ein verdichtetes Luftpolster, welches den Auftrieb schafft; das Luftschiff hebt sich allmählich und beginnt in Folge der schraubenförmig geformten Rippen und Arme gleichzeitig vorwärts zu fliegen u. zw. anfangs langsam, dann schneller und schneller.

Die Fluggeschwindigkeit wächst je nach der gewählten Neigung der, Rippen auf 20 m, 30 m, 40 m und mehr in der Secunde. Je schneller der Flug, desto geringer wird die erforderliche Arbeit des Motors.

Gerade die hohen Fluggeschwindigkeiten sind es, welche den Einfluss von Wind und widrigen Luftströmungen besiegen und welche die Nützlichkeit der aëronautischen Fahrzeuge in Anbetracht des Dranges nach immer

wachsenden Geschwindigkeiten unserer Communicationsmittel in das rechte Licht setzen werden.

Wenn man das Bild der Segelflugmaschine näher prüft, tritt die Analogie mit dem Vogel deutlich vor Augen. Es ist ja begreiflich, dass jede Flugmaschine schon wegen der Grundbedingungen hinsichtlich der Stabilität und Sicherheit des Fluges im leichten Medium der Luft mancherlei Aehnlichkeit mit dem Bilde eines Vogels aufweisen muss.

Die Segelradflugmaschine ist gewissermassen nichts anderes als eine technich-maschinelle Umgestaltung des Vogelflugmechanismus.

Statt des Vogelkörpers liegt der Schiffskörper mit dem Motor unten in der Mitte als der schwerste Theil, der getragen werden soll; statt der zwei Flügel zu beiden Seiten, rechts und links oberhalb, arbeiten hier paarweise gegenläufige Segelräder; es sind das wirkliche, echte Flügelräder in des Wortes wahrer Bedeutung, mit fortdauernd nach einander im hebenden Sinne wirkenden Tragflächen, deren Rippen durch ihre schraubenförmige Bauart gleichzeitig den nöthigen Vortrieb erzeugen. Den elastischen, poesievollen, den frischen und freien Flug des Vogels freilich können Erzeugnisse der Menschen niemals erreichen!

Das vorwärtsfliegende Segelradpaar erscheint wie eine Doppelschraube, welche sich im zähen Luftkörper weiterschraubt, wobei das durch die Tragflächenwirkung verdichtete Luftmedium als stützendes und tragendes Polster dient. Während des Fluges werden die Flügelräder der Segelradflugmaschine wegen ihrer raschen Umlaufsbewegung nebelartig verschwimmen, und wie ein Schleier durchsichtig erscheinen und nur das geschossähnliche Schiff mit dem Gerüste wird deutlich ausgeprägt zu sehen sein.

Was nun die praktische Ausführung der Segelradflugmaschine betrifft, so sind — ich bin mir der Sache vollkommen bewusst — noch grosse Arbeiten zu liefern und grosse Schwierigkeiten zu überwinden. Die Frage des besten Motors, des zweckmässigsten Materials für das Gerüste und für die Tragflächen ist noch zu lösen, die günstigsten Dimensionsverhältnisse sind auszumitteln. Es geht durchaus nicht an, etwa sofort die Inangriffnahme und Herstellung eines grossen Luftschiffes in Vorschlag zu bringen, da muss noch vieles reiflich bedacht und erwogen sein. Aber ich halte es an der Zeit, dass gearbeitet werde in dieser Sache zu Nutz und Frommen des Fortschrittes.

In den Zeichnungen Fig. 5 und 6 erlaube ich mir das Bild einer Vorversuchsmaschine, welche die einfachsten Formen aufweist, vorzuführen. Die Flugmaschine hat nur ein Segelrad vorn, eins rückwärts, 3,2 m Durchmesser, 3 m lang, jedes mit nur 2 Flügelflächen von 0.8 m Breite ausgerüstet, dazwischen in der Mitte auf leichtem Ständer eine Betriebsmaschine von 10 HP, alles zusammen 250 kg wiegend. Bei 40 m Umlaufsgeschwindigkeit steigt das Ding in die Höhe. Die motorische Substanz z. B. Dampf oder comprimirte Luft kann durch einen unten angeführten Schlauch her-

angeführt oder es kann ein kleiner Dampfkessel mit Heizung angebracht werden, welcher für kurze Zeit auslangt. Man kann das ganze aut eine Decimalwage aufstellen, und bei umgekehrter Segelradrotation die Zunahme des Gewichts bestimmen, bevor man den Apparat frei fliegen lässt. Der Maschinencylinder ist mit 150 mm Durchmesser, 300 mm Hub berechnet und soll 300 Touren in der Minute leisten. Das Tragvermögen beläuft sich auf 250 — 280 kg.

An dieser Probeflugmaschine, deren Herstellung mit einigen tausend Gulden möglich wäre, lässt sich die zweckmässigste Umlaufsgeschwindigkeit, die richtigste Excentereinstellung, die beste Tragflächenconstruction praktisch studieren, bevor man an die Ausführung einer grossen Segelradflugmaschine geht. In verhältnismässig kurzer Zeit und mit geringen Kosten wären massgebende Versuche und Proben ausführbar. Eine kleine Segelradflugmaschine für zwei Mann Belastung, in knappsten Dimensionen hergestellt würde schon einen Motor von 30—40 HP und einen Kostenaufwand von 20—30000 fl. beanspruchen.

Was meine Person betrifft, so stehe ich der Sache mit der Ueberzeugung gegenüber, dass sie gut ist. Es sind nicht leere Phantome, nicht unklare Gebilde des Wunsches oder luftige Combinationen, denen ich da nachgehe, sondern ich stehe auf realem Boden, es ist eine maschinell constructive Basis, auf der ich schreite, und schrittweise weiterstrebe; mein Naturell perhorresciert alles Phantastische. Ich war lange unschlüssig darüber, wie ich den Gegenstand betreiben, wie ich denselben verwirklichen soll, ob ich das Project einem hohen Ministerium, einem hohen Herrn oder einer bemittelten Privatperson vorlegen und anbieten sollte; schliesslich habe ich den Entschluss gefasst, die Publication meines Projectes in weitgehendster Weise in allen Ländern in Scene zu setzen, damit die vorwärtsstürmende Menschheit nach Wunsch und Bedarf die Ideen zur Ausführung bringe. Das Unternehmen, Segelflugräder zu bauen, ist ein grosses, ein gewaltiges, es fordert und beansprucht grosse Summen von Thatkraft, Ausdauer und Energie, viel Zeit und Geld und Mühe, wenn es verwirklicht werden soll. Ich persönlich bin leider zu wenig bemittelt, durch meinen Beruf derzeit an Brünn gebunden und dabei überbürdet. Voll und ganz müsste ich mich der Sache widmen dürfen. Es würde mich freuen, und ich würde dankbar sein, wenn es mir eventuell durch Hilfe von hervorragenden Männern oder des hohen Ministeriums oder durch Unterstützungen irgendwelcher Art möglich gemacht würde, mich der schweren Aufgabe zu weihen, damit die ersten Flugmaschinen in unserm schönen Vaterlande und nicht im Auslande realisirt werden möchten. Ich habe mein Project bis heute geheim gehalten; ich arbeite daran über ein Jahr. Sie werden in meinen Publicationen kaum ein Andeutung davon finden.

Der Mechanismus des Segelrades ist absolut neu für den geschilderderten Zweck.

Kleinere Mittheilungen.

Vorläufiger Bericht über die Fahrt des „Phönix" vom 17. Februar 1894. Das ungemein veränderliche und unruhige, grossentheils direct stürmische Wetter, welches von Mitte Januar mit nur ganz kurzen Unterbrechungen bis Anfang März anhielt, hat es nicht gestattet, in dieser ganzen Zeit mehr als eine wissenschaftliche Ballonfahrt auszuführen — vielfältige andere gegen Ende Januar und wieder zu Ausgang des Februar unternommene Versuche erwiesen sich als fruchtlos.

In der Nacht vom 16. auf den 17. Februar gelang es endlich einmal den „Phönix" zu füllen; um 8 Uhr 7 Minuten früh stieg derselbe bei mässigem Nordwind und sich immer stärker beziehendem Himmel von der gewöhnlichen Stelle in Charlottenburg auf. Der Ballon, den der Führer, Prlt. Gross, zunächst längere Zeit in geringer Höhe hielt, um auch in den unteren Luftschichten Beobachtungen zu ermöglichen, hatte an Bord den Unterzeichneten, der die meteorologischen Arbeiten ausführte, und Herrn Baschin, gleichfalls vom Kgl. Meteorologischen Institut, welcher mit der Wahrnehmung von Beobachtungen über das elektrische Potential und dessen Aenderung mit der Höhe betraut war.

Der „Phönix" schlug zunächst bei einer Geschwindigkeit von 10m pro Secunde einen beinahe rein südlichen Kurs ein; hinter Trebbin wurden in ca. 1050 m die Wolken erreicht, in welche der Ballon auch alsbald eintauchte; fortwährender Artilleriedonner verrieth den Korbinsassen, dass nun der Schiessplatz Kummersdorf überflogen wurde. Durch Lücken in den Wolken, deren obere Grenze bald erreicht wurde, (in ca. 1250 m) konnten Dahme, Herzberg und Uebigau festgestellt werden, bis wir an der Grenze des Königreichs Sachsen die beinahe parallel derselben ost-westlich streichende, wallartig aufgethürmte hohe Wolkenwand hinter uns liessen und nördlich Meissen die Elbe wiederholt schneidend, das ganze nördliche Sachsen unter wolkenlosem Himmel in blendendem Schneegewande leuchtend zu unseren Füssen sahen; jeder einzelne Kirchthurm von Dresden war im Osten scharf zu unterscheiden. Wir hatten indessen 3200 m Höhe und eine Temperatur von — 23° erreicht; wie nun ermittellt werden konnte, hatte sich hier die Windgeschwindigkeit, die direkt über den unteren Wolken, bei Kummersdorf, zunächst beträchlich abgenommen, nunmehr sehr erheblich gesteigert und zwar auf 15 m. p. s. oder circa 54 Kilom. in der Stunde. Auch fing nun die Fahrtrichtung an nach links abzuschwenken; der Wind wurde, wie wir das hernach sahen, je näher wir dem Gebiete niedrigeren Druckes, das über Ost- und Südost-Europa lagerte, kamen, um so mehr bis in grosse Höhen hinauf nordwestlich, während auf der Erdoberfläche schon in Böhmen ziemlich reiner Westwind, in Wien sogar Südwestwind herrschte. Ueber dem südlichen Sachsen und ganz Böhmen lagen geschlossene Wolkenmassen in etwa doppelt so grosser Höhe als die Cumulischicht, die wir durchschnitten hatten; gegen 1 Uhr musste der „Phönix" das den Reisenden unsichtbar gebliebene Erzgebirge überflogen haben und bis zur Landung um 4 Uhr Nachmittags blieb die Erde bedeckt. Nur zweimal konnten wir durch Oeffnungen in dem grauweissen Meere unter uns etwas gewahren; zuerst war es im fernen Osten der Elb-Durchbruch durch das Böhmische Mittelgebirge zwischen Leitmeritz und Aussig, das anderemal die unwirthlichen Höhen des Brdy-Waldes (südlich der Linie Pilsen-Prag) direkt unter uns. Ueber dem in colossale Wellenzüge gefurchten Wolkenchaos erstieg der „Phönix" langsam 4000 m Höhe, die er nur noch um etwa 50 m überstieg; seit mehreren Stunden war die Temperatur unter — 25° gesunken, um in der Maximalhöhe bis auf $-29\frac{1}{2}°$ herabzugehen, wobei noch immer die relative Feuchtigkeit einige dreissig Procent betrug. Im fernen Süden sahen wir wolkenfreies Land, es war dies schon das Donauthal, vor demselben waren die Höhen des Böhmerwaldes und der böhmisch-

österreichischen Grenzgebirge zu sehen, jenseits die blau verschwimmenden doch deutlich wahrnehmbaren Linien mächtiger Alpenketten. Der sich dem Ende zuneigende Wintertag und die abnehmende Kraft des Ballons wie die mangelnde Orientierung über zerklüftetem Gebirgslande geboten dem Führer die Landung; in 2500 m prallte der „Phönix“ zweimal an der oberen Wolkengrenze ab, bis er, von den dort wirbelnden Schneeflocken beschwert und in eine weisse Kappe gehüllt, hindurchging und wir plötzlich schwarze Wälder, ein Flussthal mit steilen felsigen Böschungen und ein Städchen darüber hangend, unter uns erblickten. Um 4 Uhr 13 Minuten wurde rasch und glücklich gelandet; wir befanden uns beim Dorfe Sudoměritz in der Nähe der Stadt Bechin, in dem Dreiecke Pisek-Tabor-Budweis. Noch eine Stunde und der Ballon wäre bis nach Nieder-Oesterreich gekommen; nach zwei Stunden hätten wir die Donau erreicht. Ueber Prag-Dresden wurde die Rückreise angetreten.

Die Resultate der Fahrt lassen sich in diesem Falle nicht einmal in vorläufiger Form hier angeben, da dieselben zu drei Viertheilen nicht über Preussen liegt und die unumgänglichen Beobachtungen auf der Erdoberfläche aus Sachsen und Oesterreich noch nicht zu unserer Verfügung stehen. So viel lässt sich jedenfalls übersehen, dass trotzdem wir uns in der Nähe eines barometrischen Maximums befanden, im Gegensatze zur Fahrt vom 12. Januar (siehe das 1 Heft dieses Jahrganges) keine Temperatur-Umkehr vorhanden war, sondern durchaus eine Temperatur-Abnahme von im Mittel etwa 0,65° pro 100 m; also für die Winterzeit recht beträchtlich (bei der Januarfahrt im Mittel kaum 0,24°!). Sie war fast gleichmässig in allen Höhen, nur etwas kleiner in der Stufe zwischen 2000 m und 3000 m, also über den oberen Wolken, wie sich auch direkt an der Oberfläche der Wolken und in denselben selbstverständliche Abweichungen zeigen. Ueber die Winddrehuug ist schon oben gesprochen worden; die Windgeschwindigkeit nahm über den Wolken bis auf über 60 Klm. pro Stunde (ca. '17—18 m. p. s.) zu. Die merkwürdigen Feuchtigkeitsverhältnisse können erst später einer Discussion unterzogen werden.

Berson.

Die luftelektrischen Messungen bei der II. Fahrt des Ballons „Phönix“ am 17. Februar 1894. (Vorläufiger Bericht.)

Als Collectoren dienten zwei an Schnüren aus reiner Bastseide hängende Metalltrichter, die mit Gummischläuchen von 12 bezw. 14 m Länge versehen waren; ausserdem war die Möglichkeit gegeben, den Trichter, der den längeren Schlauch trug, noch weiter herabzulassen. Als Versuchsflüssigkeit wurde nach mehreren vorangegangenen Experimenten ein ca. 65 procentiger Alkohol gewählt, von dem etwa 100 l mitgenommen wurden, und der sich in jeder Beziehung gut bewährte, trotzdem die Temperatur im Laufe der Fahrt bis auf — 29° C sank. Zur Messung selbst diente ein Exner'sches Reise-Elektrometer, das über Schwefelsäure vollkommen isoliert aufgestellt war.

Es ergab sich, soweit sich dies bei der vorläufigen Berechnung übersehen lässt, im Allgemeinen zunächst eine Abnahme des Potentialgefälles mit der Höhe, wie die folgenden Daten zeigen:

Zeit.	Mittlere Höhe m	Mittleres Potentialgefälle Voltmeter.
8^h 35^m a — 9^h 20^m a.	760	49
10 0 — 11 17	2400	28
11 23 — 12 0	2800	13

Hier wie auch sonst während der ganzen Fahrt wurden nur positive Potentialdifferenzen gefunden. In noch grösserer Höhe, über 3000 m, konnte trotz der

zuletzt in Anwendung gebrachten Höhendifferenz der Ausflussöffnungen von 10 m kaum ein merkbarer Ausschlag des Elektrometers erhalten werden. Als aber um 12h 51p der Ballon, der zuletzt unbewölkte Gebiete passiert hatte, bei Tharandt in Sachsen wieder über eine geschlossene Wolkendecke kam, wurde das Potentialgefälle plötzlich so stark, dass fortwährend Entladungen eintraten und erst nachdem die Höhendifferenz der Ausflussöffnungen von 10 auf 5 m verringert worden war, wurden die Ausschläge wieder messbar. Die Potentialdifferenz pro Meter betrug

zwischen 1h und 2h in mittl. Höhe von 3560 m 25 Volt im Mittel.
" 2h " 3h " " " " 3810 m 19 " " "

Als vor der Landung des Ballons 3h 56m — 3h 58m p derselbe die Wolkendecke in etwa 2500 m Höhe durchdrang, ergaben drei in den Wolken aber bei vollkommener Isolation des Apparates gemachte Ablesungen wieder höhere Potentiale, nämlich 38 im Mittel.

Die gleichzeitigen Beobachtungen, die in dankenswerther Weise am meteorologischen Observatorium in Potsdam und von den Herren Elster und Geitel in Wolfenbüttel ausgeführt wurden, ergaben für Potsdam in der Zeit von 9h a bis 4h 30 p Werthe, die zwischen 98 und 181, für Wolfenbüttel von 11h 28m a bis 6h 5m p solche, die zwischen 85 und 200 schwankten.

Es findet sich also im wesentlichen das Resultat, welches schon früher von den Herren Andrée, Le Cadet und Börnstein gefunden wurde, dass nämlich das Potentialgefälle mit der Höhe abnimmt, bestätigt; ausserdem zeigt sich aber, dass in und über Wolken die Verhältnisse sich wesentlich ändern und zwar, wie es scheint, in dem Sinne, dass die Wolken selbst stark positiv geladen sind; doch sind darüber wohl noch weitere Untersuchungen erforderlich.

O. Baschin.

Grundgleichungen für Zustand und Zustandsänderungen in der Atmosphäre. Die Vorgänge in der Atmosphäre, von denen die Gestaltung der Witterung abhängt, sind so complicirt, dass wir nur dann in der Erkenntniss derselben vorwärts kommen können, wenn ernstlich an deren Studium herangetreten wird, ernstlicher als wie dies bisher der Fall gewesen ist.

Es wird in erster Linie das Material an Beobachtungen, welches die meteorologischen Stationen liefern und das von der Erdoberfläche aus durch Beobachtung der Wolkenbewegung, optische Methoden u. s. w. gewonnen werden kann, durch zahlreiche Luftfahrten ergänzt werden müssen.

Es wird aber sofort auch an die theoretische Verarbeitung der so gewonnenen Beobachtungsergebnisse zu gehen sein. Daran sollten sich möglichst viel Forscher betheiligen; es ist hier ein Arbeitsfeld von ungemeiner Ausdehnung und Wichtigkeit vorhanden. Der Einzelne kann nur wenig erreichen und sei er noch so fleissig und begünstigt durch glücklichen Griff im Vorgehen, sowie durch langjährige Arbeitsfähigkeit. Die Hauptschwierigkeit liegt in der Complication der Vorgänge. Es wird kaum jemals möglich sein, die thatsächlichen Bewegungserscheinungen durch Formeln zu fassen. Man wird sich damit begnügen müssen, dass man sich gewisse Vorgänge vorstellt und theoretisch zu behandeln sucht. Davon, wie diese Vorstellungen sich den thatsächlichen Vorgängen mehr oder weniger nähern, wird der Fortschritt der Wissenschaft abhängen.

Dann wird es auch nöthig sein, dass eine jede Arbeit mit Sorgfalt unternommen wird und dass man der Gestaltung der Formeln möglichste Aufmerksamkeit schenkt. Diese sind das Werkzeug, mit dem nach und nach das Instrument „Theorie" fertig gemacht werden soll. Wie der Mechaniker aber nur ein gutes Instrument bauen kann, wenn er Sorgfalt auf gutes und zweckmässiges Werkzeug verwendet, so werden wir auch dann nur unsere Wissenschaft ausbilden können, wenn wir gute Grundformeln entwickeln.

Die Formeln sollen richtig und durchsichtig sein. Es muss auf gute Auswahl der Buchstaben besonders geachtet werden und dann ist jede überflüssige Genauigkeit durchaus zu vermeiden, da durch solchen Ballast leicht die Hauptsachen verdunkelt, die Rechnungen erschwert werden, und der Ueberblick über das Ganze verloren geht. Das waren einige Beweggründe, welche mich zur Ableitung von einer Anzahl von Formeln veranlassten, die ich als „Grundgleichungen für Zustand und Zustandsänderuugen in der Atmosphäre“ bezeichnet habe.

Ich trug die Arbeit am 10. October vorigen Jahres im Zweigverein Chemnitz des sächischen Ingenieur- und Architectenverein vor, und wurde sie im XXXIX Band Heft 8 des Vereinsorgans „Der Civilingenieur“ veröffentlicht. Einer freundlichen Aufforderung des Herrn Dr. Kremser folgend, versuche ich, hier eine kurze Darstellung des Inhalts der Arbeit zu geben.

Es wird 1 kg Luft betrachtet. Dieses besteht aus $1 - G_0$ kg des Gemenges Sauerstoff und Stickstoff (ev. auch Kohlensäure und sonstige Gase) und G_0 kg Wasser. Dadurch wird der Grundzustand des kg Luft festgestellt. Das Wasser kann in verschiedener Form auftreten. Gewöhnlich wird es überhitzter Dampf (Wassergas) sein, der also eine geringere Spannung besitzt als gesättigter Dampf (Wasserdampf) von derselben Temperatur. Es ist die Luft alsdann im „Trockenzustand“. Befindet sich aber das Wasser gerade in dem Zustand des gesättigten Dampfes, so ist die Luft im Grenzzustand. Ist dem gesättigten Dampf eine gewisse Menge flüssigen oder festen Wassers beigemengt, so findet Feuchtzustand statt, der in drei Unterabtheilungen: Regenstadium, Hagelstadium, Schneestadium vorkommen kann, je nachdem nur Wasser, Wasser und Eis, oder nur Eis sich vorfinden. Von letzteren wird die Annahme gemacht, dass sie sich in Form von kleinen Tröpfchen oder Krystallen gleichmässig in dem Raum vertheilt vorfinden, den das 1 kg Luft einnimmt und dass ihr Volumen diesem gegenüber unendlich klein sei.

Wenn nun im Grenzzustand das kg Luft sich unter dem Druck b_0 (Millimeter Quecksilbersäule von 0° C und ev. bei Normalschwere) befindet und der Wasserdampf die der Temperatut t_0° C entsprechenden Spannung s_0 hat, so ist das Gewicht G_0 gegeben durch die Gleichung

1) $G_0 = (m - n) \frac{e_0}{m - n\, e_0}$ kg.

Hierin sind m und n Zahlenwerthe und zwar

2) $m = 0.4645$ $n = 0.1751$ $m\text{-}n = 0.2894$.

e_0 ist der Druckquotient:

3) $e_0 = s_0 : b_0$.

Ist z. B. $b_0 = 800$ mm, $t_0 = 22_0.3$ C. $s_0 = 20.0$ mm so wird

$e_0 = 20.0 : 800 = 0.025$

sein und ergiebt sich $G_0 = 0.0157$ kg.

Man erkennt, dass der Grundzustand durch den Druckquotienten im Grenzzustand gegeben ist und wird also sagen, die Luft befindet sich im Grundzustande e_0, hier also $e_0 = 0.025$.

Die Rechnung hat nun gezeigt, dass der Druckquotient mehrere Eigenthümlichkeiten hat.

Er ist zunächst im Trockenzustand constant und hat den Maximalwerth des betreffenden Grundzustandes. So lange also 1 kg Luft $G_0 = 0.0157$ kg Wasser enthält, kann der Quotient $s : b$ nur den Werth 0.025 und keinen grösseren haben. Findet man ihn von dieser Grösse, so ist die Luft im Trockenzustand oder Grenzzustand.

Wenn die Spannung des Wassergases mit σ bezeichnet wird, so ist

$\sigma : b = s_0 : b_0 = e_0$ und ergiebt sich hieraus $\sigma = e_0\, b$.

Das sagt aus, dass die Dunstspannung im Trockenzustand bis an den Grenzzustand bloss vom Druck und nicht von der Temperatur abhängig ist und aus diesem berechnet werden kann. Würde man das kg Luft in unserem Beispiel bei 22°.3 C von 800 mm auf 400 mm Druck bringen, so würde

$\sigma = 0.025 \times 400 = 10$ mm sich ergeben.

Es ist nun weiter leicht einzusehen, dass man für jeden beliebigen Werth von b_0 einen Werth s_0 derart finden kann, dass $s_0 : b_0 = e_0$ wird, wo e_0 eine bestimmt angenommene Grösse hat. So findet man für $e_0 = 0.025$

b_0	800	700	600	500	400	300	200	100 mm
s_0	20 0	17.5	15.0	12.5	10.0	7.5	5.0	2.5 mm
t_0	22 8	20.1	17.7	14.8	11.4	7.1	1.8	—8.0°C

Durch die Werthe t_0, welche die zu den Dampfspannungen s_0 gehörigen Sättigungstemperaturen bedeuten und die zugehörigen b_0 ist eine Curve bestimmt, die als Grenzcurve bezeichnet werden kann. Sie scheidet das Trockengebiet von dem Feuchtgebiet. Sie giebt sofort für einen bestimmten Barometerstand die Temperatur an, über der Trocken- und unter der Feuchtzustand herrschen muss, oder auch für eine Temperatur den Druck, über welchem Sättigungszustand und unter dem Ueberhitzung vorhanden ist.

Bei dem Barometerstand 600 mm wird Trockenzustand bei höheren Temperaturen als 17°.7, Feuchtzustand bei tieferen herrschen. Kühlt man aber die Luft von Grundzustand $e_0 = 0.025$ auf 0° ab, so ist sie bei allen Barometerständen grösser als 210 mm im Feuchtzustand und erst bei geringeren Drucken im Trockenzustand.

So wie der Feuchtzustand eintritt, nimmt mit dem Ausscheiden von Wasser (resp. Eis) der Druckquotient ab. Es ist also während dieses Zustandes $e = s : b$ kleiner als $e_0 = s_0 : b_0$. Die Dunstspannung s ist eine Function der Temperatur, sie ist gleich der Maximalspannung des Wasserdampfes bei der gegebenen Temperatur. Das Gewicht Condensationsproducte ergiebt sich aus der Formel

$$G = \frac{m - n}{m - n\, e_0} \cdot \frac{e_0 - e}{1 - e}$$

Würde man also das kg Luft etwa auf 0° abkühlen und den Druck gleich 400 mm machen, so wird $s = 4.6$ mm sein, was

$e = 4.6 : 400 = 0.0115$ ergiebt. Also wird

$$G' = \frac{0.2894}{0.4645 - 0.1751 \times 0.025} \times \frac{0.025 - 0.0115}{1 - 0.0115} = 0.0086 \text{ kg.}$$

Es werden mithin von den 15.7 g Dampf des Trocken- und Grenzzustandes noch 7.1 g Dampf von 0° vorhanden sein, während 8.6 g als Wasser oder Eis sich vorfinden, je nachdem der Vorgang stattgefunden hat.

Die Zustandsgleichungen, durch welche die Gesetze von Mariotte- und Gay-Lussac zum Ausdruck gelangen, können je nach der Zustandsform der Luft in verschiedenen Gestalten geschrieben werden.

Bezeichnet man mit φ das Volumen von 1 kg Luft, b den Barometerstand, $T = 273 + t$ die absolute Temperatur und σ die Dunstspannung bei dem Trockenzustand, so hat man

$$\varphi\, b = \frac{1}{m - n e_0}\, T \qquad \sigma = e_0\, b$$

Im Feuchtzustand tritt an Stelle des Wassergases von der Spannung σ Wasserdampf, dessen Spannung s durch die Temperatur gegeben ist und hat man hier

$$\varphi\,(b - s) = \frac{1 - e_0}{m - n\,e_0}\,T \qquad s = f\,(t)$$

Diese Formeln stellen also die Gesetze der Abhängigkeit von spec. Volumen, Druck, Temperatur und Dunstspannung von 1 kg Luft dar und setzen uns in den Stand, aus den gegebenen Werthen von drei dieser Grössen die vierte zu berechnen. Erwähnt sei noch, dass das spec. Gewicht $\gamma = 1 : \varphi$ sich ergiebt.

Es dürften diese Formeln für Verfolgung der Zustandsänderungen von Luftmassen sich als gut geeignet erweisen.

Der weitere Theil der Arbeit befasst sich mit Aufstellung der Gleichungen für die „innere Arbeit" von Luft. Die mechanische Wärmetheorie stellt die Gleichung auf

$$\frac{1}{A}\,Q = U_2 - U_1 + \int_{v_1}^{v_2} p\,dv.$$

Das Integral bedeutet hier die Arbeit, welche die Luft leistet oder aufnimmt, wenn sie bei der Zustandsänderung aus dem Volumen v_1 in das Volumen v_2 gebracht wird. Q ist die Wärmemenge, welche hierbei der Luft von aussen zugeführt oder entzogen werden muss in Calorien und $\frac{1}{A}\,Q$ dieselbe Grösse in Meter-Kilogrammen. $U_2 - U_1$ ist die Differenz der inneren Arbeiten vor und nach der Zustandsänderung. Es werden die Gleichungen für U aufgestellt und dabei wird von den aus Begriffen der gewöhnlichen Wärmelehre folgenden Formeln ausgegangen, die sich in Zeuners Grundzügen der mechanischen Wärmetheorie vorfinden. Diese Gleichungen setzen uns in den Stand zu berechnen, ob ein Vorgang in der Atmosphäre, wobei sich Temperatur, Druck und Volumen der Luft ändern, mit oder ohne Wärmezufuhr (resp. Abgabe) von aussen her verbunden ist oder nicht.

Endlich werden die Formeln für die Differentialgleichung der mechanischen Wärmetheorie $dQ = A\,d\,U + A\,p\,dv$ aufgestellt. Aus diesen werden für $d\,Q = 0$ die Differentialquotienten $dt : db$ abgeleitet, welche also die Abkühlung einer Luftmasse für je einem mm Druckabnahme bei der sogenannten adiabatischen (isentropischen) Zustandsänderung angeben.

Die Integration derselben nach einigen Umformungen, wobei allerdings einige speciellere Formeln der mechanischen Wärmetheorie herangezogen werden müssen, führt zu den Gleichungen der adiabatischen Linien. —

Der zweite Theil der Arbeit enthält eine ausführlichere und von etwas anderen Anschauungen ausgehende Untersuchung des Gleichgewichtszustandes der Atmosphäre unter gegebenen Verhältnissen, als dies wohl bisher ausgeführt worden ist. Die Rechnungen wurden in erster Linie vorgenommen, um die Anwendbarkeit der Formeln des ersten Theiles wenigstens an einem Beispiel zu zeigen und können erst in zweiter Linie als Studie über den Gleichgewichtszustand der Atmosphäre betrachtet werden. Sie liefern aber trotzdem Fingerzeige, welche näherer Erörterung werth sein dürften. Die eigenthümliche Erscheinung, dass die Fortdauer einer eingeleiteten aufsteigenden Bewegung von der Erreichung einer gewissen Höhe abhängig erscheint, dürfte bei Gewittererscheinungen eine grosse Rolle spielen. Da aber diese Sachen sich kurz nicht behandeln lassen, aber wohl für jeden verständlich sein werden, der mit den Elementen der Differentialrechnung vertraut ist, muss hier auf die Originalarbeit verwiesen werden.

Professor Dr. P. Schreiber.

—

Alte und neue Flugtheorie. (Entgegnung.) Herr Eugen Kreiss giebt im Decemberheft 1893 eine Entgegnung auf meine Kritik seines Aufsatzes „Ueber Mechanik im Dienste der Flugtechnik," worin er meine Ansichten über den Vogelflug als gänzlich verfehlt bezeichnet und der „alten Flugtheorie" eine anscheinend von ihm selbst erfundene neue entgegenstellt.

In der Flugtheorie kann man zwei Gruppen von Lehrsätzen unterscheiden, von denen die eine direkt aus den allgemeinen Gesetzen der Mechanik abgeleitet ist und zum Beweise keiner besonderen Experimente bedarf. Die zweite Gruppe von Lehrsätzen befasst sich mit den Eigenschaften des Luftwiderstandes. Hierüber bestehen nur ungenügende Erfahrungen, und hier ist daher das eigentliche Feld für flugtechnische Experimente.

Ich werde mir nun erlauben, die streitigen Sätze kurz zu entwickeln, und lade Herrn K. ein, mir den angeblichen Fehler in meinen Schlüssen nachzuweisen.

Der Ruderflug ist eine aus gleichartigen Perioden zusammengesetzte Bewegungs-Erscheinung.

Am Anfang jeder Periode muss daher die Geschwindigkeit und die Flugrichtung stets wieder die nämliche sein; als Schlusseffect einer jeden Periode darf keine Aenderung, weder in der horizontalen noch in der verticalen Bewegungs-Geschwindigkeit eintreten.

Nun wirken auf den Vogel 1) hebende und niederziehende, 2) vor- und rückwärtstreibende Kräfte. Wir betrachten zuerst die verticalen Kräfte. Ist die Dauer der Periode $= t$, so würde die Schwerkraft, wenn sie ganz allein auf den Vogel wirkte, eine Geschwindigkeit erzeugen $= g.\ t$. Damit nun am Ende der Periode die wirkliche Geschwindigkeits-Aenderung Null wird, müssen die hebenden Luftwiderstandskräfte so gross sein, dass sie allein wirkend eine jener Fallgeschwindigkeit $g.\ t$ gleiche Steiggeschwindigkeit zu erzeugen vermöchten. Nun sind sie nicht constant. Theilt man deshalb den Zeitraum t in unendlich kleine Zeitabschnitte dt, während welcher man die Hebekraft p als constant betrachten kann, so ist nach dem Grundgesetz der Mechanik die an der Masse m hervorgebrachte Geschwindigkeits-Aenderung:

$$dv = \frac{p}{m}.\ dt$$

Aus diesen einzelnen Geschwindigkeits-Aenderungen summiert sich die Gesammt-Geschwindigkeits-Aenderung. Diese muss nun gleich sein der Fallgeschwindigkeit $g.\ t$; dann ist die wirklich resultirende Geschwindigkeits-Aenderung am Schluss der Periode gleich Null, in Zeichen:

$$\int_0^t \frac{p}{m}.\ dt - g.\ t = 0$$

Angenommen, der Flügelschlag dauerte doppelt so lange, wie die Hebung und während der Hebung betrage die Tragkraft der Flügel nur 20% des Gewichtes, also um 80 Procent zu gering, so musste während des doppelt so lange dauernden Schlages ein Ueberdruck, gleich der Hälfte dieses Manko's d. i. in der Höhe von 40%, sohin ein 1·4 mal höherer Tragedruck als das Gewicht herrschen. Es ist ganz gleichgültig, ob die obigen numerischen Werthe in der Natur wirklich irgendwo vorkommen; auf die Richtigkeit des Satzes hat das gar keinen Einfluss.

Aehnliches gilt auch von den treibenden und verzögernden Horizontalkräften.

Diess also sind die Gleichförmigkeitsbedingungen, und dieselben gelten für jede periodisch gleichförmige im Mittel geradlinige Flugbewegung, ob sie nun schräg aufwärts, abwärts oder horizontal gerichtet sei.

Hiergegen behauptet Herr Kreiss, dass, angenommen der Schlag dauere längere Zeit als die Hebung, ein geringerer als der von mir berechnete Ueberdruck erforderlich sei. Er sagt:

Während der Hebung sinkt der Körper unter dem Einfluss des Uebergewichtes p_1 um den Betrag $\frac{p_1}{2m} . t_1^2$. Während des Schlages muss er um den gleichen Betrag durch den Ueberdruck p_2 von unten gehoben werden. Dieser Betrag ist $\frac{p_2}{2m} . t_2^2$. Aus der Gleichsetzung beider Formeln und dem bekannten Verhältniss der Zeiten t_1 und t_2 rechnet er dann das Verhältniss der Ueberdrucke p_1 und p_2.

Herr Kreiss übersieht, dass der Körper mit einer verticalen Geschwindigkeit in die einzelnen Phasen der Periode eintritt, welche der Richtung der wirksamen Ueberdrucke gerade entgegen gesetzt ist. Bei Beginn der Hebung, wenn das Uebergewicht anfängt zu wirken, ist der Schwerpunkt des Körpers im Steigen, bei Beginn des Schlages im Fallen. Der zurückgelegte Verticalweg berechnet sich somit, wenn a die bewusste Anfangsgeschwindigkeit bedeutet, aus der Formel

$$s = - a . t + \frac{p}{2m} . t^2$$

Diese Formel giebt mit dem oben entwickelten Satz übereinstimmende Werthe für p.

Ich komme zur Mechanik des Flügelschlages.

Zunächst ist zu bemerken, dass unter Flügelschlag und Hebung nicht die Ab- oder Aufwärts-Bewegung des Flügels gegen die den Vogel umgebende Luft verstanden ist, sondern die relative Bewegung des Flügels zum Vogel-Rumpf. Diess giebt die exacten mathematischen Definitionen für diese Begriffe, die Herr K. vermisst.

Nun wirken auf das System folgende Kräfte:

1) im Schwerpunkt das Gewicht;
2) aussen an den Flügeln von unten nach oben der Luftwiderstand.

Streng genommen ist es unrichtig zu sagen: die Last ruht auf den Flügeln Nicht das Gewicht drückt auf die Flügel, sondern der Luftwiderstand, der allerdings im Mittel dem Gewichtsdruck gleich sein muss. Der Luftwiderstand hat die Tendenz, dem Vogel die Flügel über dem Rücken zusammenzuklappen in eine Stellung wie sitzende Schmetterlinge sie einnehmen. Zum Abwärtsdrücken der Flügel ist eine bedeutende Kraft erforderlich, da der Luftwiderstand an einem langen Hebelarm den Flügel zu drehen sucht. Dem Drehungs-Moment des Winddruckes wird durch den Zug der in geeigneter Weise zwischen dem Brustbein und einem Punkt des Flügels ausgespannten Muskeln das Gleichgewicht gehalten. Der Muskel-Zug ist also kein „Unding", wie Herr Kreiss behauptet, sondern eine Kraft. Beim Flügelschlag nähern sich die Muskel-Ansatz-Punkte einander in Folge der Contraction der Muskeln. Muskelzug mal Contractionsweg ist Muskelarbeit.

Die hierbei zu leistende Arbeit ist abzüglich innerer Reibungen gleich dem Produkt aus der Grösse des Luftwiderstandes und dem vom mittlern Angriffspunkt des Luftwiderstandes beim Schlage zurückgelegten Bogen. Verschiebt sich während des Schlages der Angriffspunkt in radialer Richtung, so muss man einen entsprechenden Mittelwerth für den Krafthebelarm einsetzen.

Nun behauptet Herr K., dieses Herunterschlagen des Flügels geschehe unter Mitwirkung des Gewichts; ohne diese sei kein Flügelschlag denkbar. Insofern allerdings, als das Gewicht dem Muskelzug als Widerlager dient, so dass das am Flügel haftende Muskel-Ende den letzteren kräftig abwärts ziehen kann, hat diese Behauptung einige Berechtigung. So aber, wie Herr K. es auffasst, dass nämlich das Gewicht den Flügelschlag erleichtere, gerade als ob es neben den Muskeln als

gesonderte Kraft auf die Flügel wirkte, ist der Vorgang unmöglich. Das Gewicht kann die Muskelcontraction nicht unterstützen, denn das Wesen des Flügelschlages besteht eben darin, dass das Gewicht hoch gehoben bleibt und der Flügel durch den Motor allein abwärts geführt wird.

Ich fürchte, ich werde Herrn K. hierdurch nicht überzeugen, muss mich aber mit Rücksicht auf die übrigen Leser auf das Gesagte beschränken. Meiner Ansicht nach gehören alle diese Dinge in die Klasse der unanfechtbaren Thatsachen. Ueberhaupt dürften Zweifel über die Mechanik des Fluges, in soweit sie das Zusammenwirken der Kräfte behandelt, heutzutage nur mehr bezüglich der Details möglich sein, und verweise ich in dieser Hinsicht auf das schöne Werk Marey's „le vol des oiseaux", das mir in Deutschland viel zu wenig studiert zu sein scheint.

Unsere Kenntnisse sind jedoch unzureichend, wenn es sich darum handelt, aus den Belastungen und Flächenformen die erforderlichen Geschwindigkeiten der Bewegungsfunctionen zu berechnen.

Hier möchte ich nur einen, von Herrn K. besonders stark betonten Punkt besprechen, die Luftwiderstands-Erscheinungen bei ungleichförmiger Bewegung; denn gerade hierüber giebt die Theorie werthvolle Fingerzeige. Wir nehmen den einfachsten Fall an, den einer kreisrunden ebenen Fläche, die sich in ihrer Normalen bewegt. Vor und hinter der Fläche bildet sich dann, wie von Lössl nachgewiesen hat, eine Art Lufthügel, innerhalb welchem die Luft stagniert und die Bewegung der Fläche so mitmacht, als ob sie mit letzterer ein starres Ganze bilde. Ist nun die Bewegung eine beschleunigte oder verzögerte, so übt diese Luftmasse durch ihre Trägheit im ersten Fall eine aufhaltende, im zweiten eine vorwärts drückende Kraft aus.

Bezeichnet $\frac{dv}{dt}$ die Beschleunigung und l das Gewicht des Lufthügels, so st der Widerstand welcher zu dem Luftwiderstand bei gleichförmiger Bewegung, den wir mit W_0 bezeichnen, hinzutritt:

$$\pm \cdot \frac{l}{g} \cdot \frac{dv}{dt}$$

Ist $\frac{dv}{dt}$ eine Geschwindigkeits-Vermehrung, so gilt das positive, entgegengesetzten Falles das negative Vorzeichen. Eine interessante Beziehung ergiebt die Betrachtung des Einflusses der Flächengrösse. Da der Lufthügel über der Fläche stets das gleiche Verhältniss zwischen den Dimensionen der Grundfläche und der Höhe zeigen muss, wenn man die Fläche geometrisch ähnlich vergrössert denkt, so wächst sein Volum wie die dritte Potenz der Leardimensionen der Fläche. Bezeichnet r eine solche Dimension der Fläche, z. B. für den Fall kreisförmiger Fläche den Halbmesser, so hat der Ausdruck für das Volum des Lufthügels die Form $r^3 . a$. Hier bedeutet a eine Constante, die von der Form der Fläche (ob kreisförmig, quadratisch oder längliches Rechteck *etc*) abhängig ist. Hiernach wird $l = r^3 . a . \gamma$, und diess eingesetzt giebt für den Gesammt-Widerstand

$$W = W_0 \pm r^3 . a . \frac{\gamma}{g} . \frac{dv}{dt}$$

Während also der gewöhnliche Luftwiderstand W_0 bekanntlich einfach proportional dem Flächen-Inhalt wächst, wächst der Beschleunigungs-Widerstand im stärkeren Masse, nämlich wie die dritte Potenz der Lineardimensionen oder, wie man gewöhnlich schreibt, wie $f^{\frac{3}{2}}$. Diess hat sich, obwohl natürlich nicht exact nachweisbar, bei den Lilienthal'schen Versuchen mit stark verschieden dimensionirten Flächen geltend gemacht.

Aus obiger Darlegung folgt aber, dass diese Wirkung nicht unter allen Umständen nützlich, d. h. widerstandsvermehrend sein muss, sondern bloss bei be-

schleunigten Bewegungen; man darf daher nicht, wie Herr K., die ungleichförmige Bewegung schlechthin als einen „enormen“ Vortheil betrachten.

Ferner kann die beschriebene Widerstands-Vermehrung nur dann eintreten, wenn eine beträchtliche Luftmasse gewissermassen als Ballast vor und hinter der Fläche mitgeschleppt wird. Letzteres ist nur dann der Fall, wenn die Fläche in einem rechten oder nahezu rechten Winkel zur Luft steht. Ist aber der Luftstoss-Winkel ein sehr spitzer, so kann ein einigermassen beträchtlicher Luftkeil vor und hinter der Fläche nicht bestehen. Hier können also auch die dynamischen Wirkungen nicht eintreten.

Nun kommen spitze Luftstosswinkel hauptsächlich beim schnellen Vorwärtsflug vor. Daher ist hierbei ein besonderer Vortheil von der ungleichförmigen Bewegung gar nicht oder nur in sehr reducirtem Masse zu erwarten.

Ich muss aus diesem Grunde den sanguinischen, gegentheiligen Behauptungen Herrn K.'s aufs Neue widersprechen, wenn derselbe nicht in der Lage ist, den experimentellen Beweis für seine Ansichten zu führen.

Hieraus ergiebt sich auch der Schluss auf die Bedeutung der Intermission. Beim Fluge auf der Stelle hat die hin- und hergehende Bewegung eine Vermehrung des Widerstands-Coefficienten zur Folge, beim Vorwärtsflug nicht. Hier ist die Intermission ein nothwendiges Uebel.

Gemildert wird ihr kraftfressender Einfluss in Etwas durch die Elasticität Die elastische Beschaffenheit des Flügels gleicht die Unterschiede in den Belastungen aus, sie vermag zeitliche und örtliche Belastungs-Unterschiede zu vermindern, sorgt also für eine rationelle Ausnützung der vorhandenen Kraft. Wenn aber in einem Athem der Nutzen der Intermission und die vortreffliche Wirkung der Elasticität gelobt wird, so liegt darin ein gelinder Widerspruch.

Schliesslich möchte ich Herrn K. noch auf Eines hinweisen, dass man nämlich in Luftwiderstands-Angelegenheiten nur das weiss, was ausprobiert ist. Man kann nur mit grösster Vorsicht von einer Beobachtung auf andere, nicht genau gleich gelagerte Fälle schliessen. Mir scheint es, als ob diese Vorsicht auf Seite des Herrn K. nicht immer in vollem Masse vorhanden wäre. Wenigstens flösst mir die schnelle Rectification seiner angeblichen Luftswiderstands-Formel nicht das Vertrauen ein, dass dieselbe auf einer grösseren Zahl von guten Versuchen basiert. Sollte sie aber auf blossen Speculationen aufgebaut sein, so hat sie gar keinen Werth.

v. Parseval.

Litterarische Besprechungen.

S. P. Langley: The internal Work of the wind. Smithsonian contributions to knowledge. Washington 1893. Abdruck in „Aeronautics“ I. No. 4.

„Es ist längst beobachtet worden, — so beginnt der berühmte Verfasser — dass gewisse Vogel-Arten sich unbegrenzt lange in der Luft schwebend zu erhalten vermögen, ohne irgend einen Flügelschlag, oder irgend eine andere Bewegung, abgesehen von einem leichten Schwanken oder Schaukeln des Körpers.“ Das englische Wort, welches hier mit „schweben“ wiedergegeben ist, lautet „to soar,“ und scheint den Begriff des Aufsteigens mit einzuschliessen. Muss schon das Schweben, das Erhalten auf der gleichen Höhe, räthselhaft erscheinen, so gilt dieses in um so höherem Grade von dem Aufsteigen ohne Flügelschlag. „Dass nahezu bewegungslose Massen von 5 — 10 und noch mehr Pfund Gewicht, und viele Hundert mal schwerer als die Luft, in der letzteren zuweilen stundenlang geradezu aufgehängt erscheinen, muss ein physikalisches Wunder genannt werden; aber dass diejenigen,

deren Aufgabe es ist, die Natur zu untersuchen, bisher nur selten bemerkt haben, dass es Beachtung verdient, ist vielleicht noch ein grösseres Wunder".

„Bis zu gewissem Grade mag sich diese Gleichgültigkeit daraus erklären, dass die grössten und besten Schweber zur Klasse der Geier gehören, welche gerade in der nördlichen gemässigten Zone sich nicht leicht beobachten lassen".

Verfasser nimmt die Thatsache selbst als vollkommen genügend festgestellt an, und sucht für dieselbe eine Erklärung zu geben, wie es scheint im Anschluss an eine, vom Verf. selbst citirte Ueberlegung von Lord Rayleigh aus dem Jahre 1883 (Nature, 5. April): „Fortgesetztes Schweben bedingt 1) dass der Weg selbst nicht horizontal ist, oder 2) dass der Wind nicht horizontal fliesst, oder 3) dass der Wind nicht gleichförmig fliesst. — Wahrscheinlich treffen 1) und 2) am häufigsten zu, aber auch 3) mag zuweilen in Betracht kommen."

Durch wiederholte Versuche mit Anemometern, welche in sehr kurzen Intervallen abgelesen wurden, hat Verf. (Langley) zunächst nachzuweisen versucht, dass die Bewegung der Luft im Winde in der That eine sehr ungleichförmige ist. Das mag ohne Weiteres zugegeben werden, wenigstens für die unteren Schichten der Atmosphäre; ist doch ein namhafter Meteorologe sogar zu der Vorstellung der „Luft-Projectile" gelangt.

Wie aber hängt mit der Ungleichförmigkeit der Luftbewegung das Vermögen des Hebens zusammen?

Wenn irgend eine ebene Fläche in verticalen Schienen reibungslos gleitet so kann sie, wenn sie irgend eine geringe Neigung gegen die Horizontale hat, von einem horizontalen Winde gehoben werden; etwas ähnliches sehen wir ja auch beim Papierdrachen.

Bei einer materiellen Fläche von nennenswerthem Gewicht kann nun für kurze Zeit die Trägheit der Masse die Rolle der verticalen Führung oder der Drachenschnur übernehmen; das hat Verf. an einer andern Stelle nachgewiesen: Bei passender Anordnung beginnt die Fläche sich zu bewegen, nicht mit dem Winde, sondern nahezu vertical. Natürlich hält dieses Aufsteigen nicht lange vor; die Bahn wird zunächst horizontal und dann fallend.

Wenn nun aber, ehe letzteres eintritt, ein entgegengesetzter Luftstrom die Fläche trifft, und letztere dabei aus inneren Kräften eine entsprechende Neigung annimmt, so wird abermals ein Steigen erfolgen, u. s. f.

Mit Recht wird man hier einwenden, dass ein solcher Wechsel von entgegengerichteten Luftströmungen nirgends vorkommt.

Wenn nun aber die materielle Fläche sich mit der mittleren Geschwindigkeit des betreffenden Luftstromes horizontal fortbewegt, so erscheinen in Bezug auf diesen gleichförmig fortschreitenden Körper die nachgewiesenen Verstärkungen und Schwächungen des Windes als Strömungen von entgegengesetzter Richtung, und werden von der willenbegabten materiellen Fläche zum Emporheben ausgenützt werden können. Die resultierende Bewegung unterscheidet sich von der oben skizzirten lediglich dadurch, dass der Körper zugleich in einer bestimmten Richtung d. h. in derjenigen des Windes horizontal fortschreitet. Unter dieser Bedingung wird also das von Langley erläuterte Princip in Wirksamkeit treten können.

Am Schlusse seines Artikels gelangt indessen Verf. noch zu weitergehenderen Schlussfolgerungen: „Aus jener Fähigkeit zu steigen ergiebt sich auch die Möglichkeit, bis zu einem gewissen Grade gegen den Wind vorzurücken, und zwar nicht nur relativ zu einem Körper, welcher mit der mittleren Geschwindigkeit des Windes sich bewegt, sondern auch absolut, in Bezug auf einen festen Punkt an der Erdoberfläche".

Wir müssen es dem Leser überlassen, die Beweisführung im Original selbst nachzusehen. Professor A. Sprung.

Chauveau: A.-B., **Sur la variation diurne de l'électricité atmosphérique observée au voisinage du sommet de la tour Eiffel.** C. R. Acad. Paris, **117**, No. 26. (1069)—(1072).

Seit dem Jahre 1892 wurden auf dem Eiffelthurme in einer Höhe von 285 m Messungen der Luftelektricität ausgeführt, die beachtenswerthe Resultate ergeben haben. Es wurden die Messungen nach der Methode von W. Thomson in der Art angestellt, dass aus dem Ende eines horizontalen Metallrohres 1,6 m ausserhalb des Thurmes ein Wasserstrahl ausfloss. Die zuerst angewandte Länge von 0,4 m erwiess sich als unbrauchbar, da der Einfluss des Thurmes in dieser Nähe so gross ist, dass die geringste Veränderung der Länge des Strahles, z. B. durch den Wind, genügt, um grosse Störungen hervorzubringen. Als Isolationsmittel kam Paraffin zur Anwendung, welches in dieser Höhe, wo seine Oberfläche staubfrei bleibt, ebensogut isolieren soll wie Schwefelsäure.

Das Potential übersteigt in dieser Höhe oft 10000 Volt und man musste daher, da das Quadrantenelektrometer in der gewöhnlichen Anwendungsweise nur Potentiale bis etwa 3000 Volt zu messen gestattet, durch Einschalten von Condensatoren die Versuchsanordnung etwas modificieren. Zur photographischen Aufnahme der Curven diente ein Richard'scher Registrierapparat. Im Jahre 1893 war der Apparat vom 1. Mai bis 2. November ununterbrochen in Thätigkeit und es wurden aus der Serie vom 1. Mai bis 20. August 58 brauchbare Tage, die für das Sommer-Regime charakteristisch waren, zur Ableitung der täglichen Periode benutzt.

Die Resultate sind folgende:

Zeit	Eiffelthurm	Bureau central météorologique	Zeit	Eiffelthurm	Bureau central météorologique
1a	4890	174	1p	5520	131
2a	4120	157	2p	5590	128
3a	3950	151	3p	5520	115
4a	**3860**	**147**	4p	5630	119
5a	4040	173	5p	5770	135
6a	4270	178	6p	6110	160
7a	4520	188	7p	**6180**	210
8a	4670	187	8p	5820	**237**
9a	4800	153	9p	5540	227
10a	4770	125	10p	5240	217
11a	4810	115	11p	4960	206
12a	5090	125	12p	4770	195

Das Vormittagsminimum tritt an beiden Stationen um 4a ein; das Abendmaximum dagegen zeigt auf der unteren Station eine Verspätung von 1h 15m gegen die obere. Ferner zeigen beide Reihen sehr schön das schon früher von Mascart nachgewiesene secundäre Maximum gegen 1h oder 2p, das noch deutlicher als in der Tabelle in den Curven hervortritt. O. Baschin.

L'Aérophile, **Revue mensuelle illustrée de l'aéronautique et des sciences, qui s'y ratachent. Organe de l'union aérophile de France.** Paris. **1893. No. 4. April*).**

Gustave Hermite: „Erforschung der höchsten Luftschichten, Auffahrt des Ballons „L'Aérophile." Die Auffahrt mit dem 113 cbm grossen aus Goldschlägerhaut gefertigten Ballon fand am 21. März bei schönem Wetter statt. Der Ballon war mit Barographen und Thermographen ausgerüstet, die dieselbe Trommel für ihre Aufzeichnungen benutzten. Auf diese Art wurde viel an Gewicht gespaart.

*) No. 1—3 s. vorig. Jahrg. S. 94 u. 95.

Das Instrument konnte Höhen bis 22000 m und eine Temperatur von — 70° C angeben. Der ganze Apparat wog 1,6 kg. Ausserdem war der Ballon mit einem noch kleineren Baro-Thermographen von nur 300 g Gewicht ausgerüstet. Die Apparate waren mit einer von den Gebr. Richard besonders fabricirten Tinte versehen. Der Aufsatz beschreibt die Construction des Ballons und dessen erste Auffahrt eingehend. Seine Fahrt endete bei Chanvres nahe Joigny (Yonne). Der Ballon ist nach dem Barogramm sehr schnell aufgestiegen. Seine durchschnittliche Geschwindigkeit betrug in den ersten 5 Minuten 8,6 m per Secunde; nach 20 Min. hatte er eine Höhe von 10060 m erreicht und seine Steiggeschwindigkeit, die sich vorher von 5 zu 5 Minuten auf 8,3 m u. 7,5 m vermindert hatte, nahm bis 9,2 m per Secunde zu, was der Erwärmung des Gases durch die Besonnung zugeschrieben wird. Nach 25 Minuten war der Ballon 12500 m, nach 30 Min. 14000 m hoch. Hier war das Diagramm unterbrochen, wahrscheinlich war die Tinte eingefroren (?). Das geschah bei — 55° C. 35 Minuten später, also um 2^{30} Uhr, setzt das Diagramm wieder ein bei 103 mm Druck = 16000 m Höhe.

Hermite erklärt sich diesen Vorgang aus der vom Apparat aufgenommenen Insolations-Wärme. Der Ballon blieb etwa 2 Stunden ohne merkliche Höhenänderungen in dieser Zone. Um 3^{15} Uhr begann er zu fallen. Um 4^{25} Uhr zeigt das Barometer noch 109 mm = 15400 m Höhe, um 5^{11} Uhr: 14800 m Höhe. Die Aufzeichnungen sind dann noch folgende:

6^{11} Uhr	230 mm Druck	= 9500 m Höhe.	— 47° Temp.
6^{43} „	478	3700	— 13
6^{45} „	496	3400	— 10
6^{55} „	588	2050	— 3
7 „	630	1500	— 0,5
7^{5} „	677	920	+ 3,5
7^{11} „	750	100	+ 10

Bei der Abfahrt um 12 Uhr 20 Min. zeigte das Thermometer + 17° C.*)

Wilfried de Fonvielle: Die Temperatur des planetischen Mediums.

Edouard Surcouf: „Reichen wir uns die Hände!" Ein Aufruf an sämmtliche französische Vereine der Luftschiffahrt zur Einigung und gemeinsamen Thätigkeit.

Georges Buns: „Von Paris nach Angoulême". Ein Vergleich der Fahrten des L'Impérial vom 23.—24. Juni 1867, des Admiral-Courbet vom 4.—5. August 1890 und des Journal vom 19.—20. October 1892 mit einander. Alle drei kamen in der Nähe von Angoulême (Charente) nieder. Verfasser weist nur kurz auf die Einwirkung des Geländes bei diesen 3 Fahrten hin. Zum Schlusse erwähnt er, wie bei den zur Nachtfahrt mitgenommenen Glühlampen bei deren Gebrauch ein Bruch eines Leitungsdrahtes vorgekommen ist und wie infolgedessen die Umwickelung des Drahtes an der betreffenden Stelle in Brand gerathen ist. Die Situation war eine sehr aufregende und spannende, zumal der Ballon gerade im Steigen begriffen war, als man den Brandgeruch spürte. Der Strom wurde schleunigst unterbrochen und die Leitung unter Zuhülfenahme einer tragbaren Trouvé-Lampe wieder in Stand gesetzt. Ein ähnlicher Vorfall soll sich nach Angabe des Verfassers bei dem zweiten missglückten Fahr-Versuch mit dem lenkbaren Luftschiff „La France" ereignet haben. Solcher Vorfall verdient jedenfalls allgemeine Beachtung besonders seitens solcher Luftschiffer, die öfters des Nachts fahren und hierbei Glühlampen mitnehmen.

---

*) Siehe hierüber auch S. 125 d. vorig. Jahrg.

Records und Reisen. Mittheilung der Redaction bezügl. der ihr auf Aufforderung zugegangenen Definitionen des sportsmännischen Ausdrucks „Record.“ Die beste giebt Labrousse, indem er sagt: Record bedeutet die in die Archive eingetragene grösste Leistung, die unter bestimmten Voraussetzungen erreicht worden ist.

Den Schluss des inhaltvollen Heftes bilden kleine Nachrichten und die meteorologische Beobachtungen zu Paris im März 1893. Moedebeck.

Vereinsnachrichten.

Flugtechnischer Verein in Wien.

Auszug aus dem Protokoll der 93. Vollversammlung vom 1. Decbr. 1893.

Der Obmann Herr Oberingenieur Ritter von Loessl eröffnet die Sitzung und ertheilt das Wort dem Obmann-Stellvertreter Herrn Baurath Ritter von Stach, welcher nach kurzem Rückblick auf die Vereinsthätigkeit in der abgelaufenen Saison insbesondere die erfreuliche Mittheilung bringt, dass Se. K. K. Hoheit Erzherzog Ferdinand Karl neuerdings einen Betrag von 200 fl, und Se. K. K. Hoheit Erzherzog Rainer ebenfalls einen solchen von 100 fl zu Vereinszwecken gespendet haben, was unter ehrerbietigen Dankeskundgebungen zur Kenntniss genommen wird. Er schliesst mit einem warmen Appell an die Versammlung, die erfolgreichen Bestrebungen des Vereins durch Werbung neuer Mitglieder und thatkräftiger Gönner nach Möglichkeit unterstützen zu wollen. — Es werden hierauf Momentphotographien von den Lilienthal'schen persönlichen Flugversuchen in Steglitz bei Berlin zur Besichtigung vertheilt.

Nachdem nun noch das Protokoll der letzten Vollversammlung durch den Schriftführer verlesen worden ist, ertheilt der Obmann das Wort an Herrn Hauptmann Hoernes zu dem angekündigten Vortrage „Ueber die Fertigstellung des Vereinsballons Ferdinand Karl“. — Der Vortragende erörtert in eingehender Weise und unter Vorführung verschiedener Ausrüstungsgegenstände in natura (Korb, Tragring, Netz, Schleppseil, Anker etc. etc.) die von ihm in Gemeinschaft mit Herrn Ingenieur Angerer übernommene Herstellung des Ballons, wofür ihm zum Schlusse der einstimmige Dank der Versammlung votirt wird.

Eine Anfrage des Herrn Hauptmann Schindler, ob über das verwendete Ballonventil ein Beschluss des Ballon-Comitee's vorliege, wird dahin beantwortet, dass man die Ausführung desselben der Erfahrung und dem besten Ermessen des Herrn Hauptmann Hoernes überlassen habe. — Es wird beschlossen, Einladungen an die Vereinsmitglieder zur Besichtigung des Ballons für Mittwoch, den 6. Decbr. 1893, Mittags von 11—1 Uhr in der Rotunde, und ebensolche zu der demnächst stattfindenden Probefahrt ergehen zu lassen, und übernimmt es Herr Bosse die ersteren und Herr Hauptmann Hoernes, nach Feststellung des betreffenden Tages, die letzteren zu versenden.

Hierauf Schluss der Versammlung halb 10 Uhr.

v. Loessl, Obmann. W. Bosse, Schriftführer.



Elektrische Beobachtungen bei zwei Ballonfahrten.[1])

Von Prof. **R. Börnstein** in Berlin.

Die bisher ausgeführten Untersuchungen über atmosphärische Elektricität, namentlich die in neuerer Zeit von den Herren Exner, L. Weber, Elster und Geitel angestellten Beobachtungen, erscheinen völlig vereinbar mit der schon von Peltier ausgesprochenen Meinung, dass die Erde eine negative elektrische Ladung habe und also von einem elektrischen Feld umgeben sei. Die Flächen gleicher elektrischer Spannung sind demgemäss dem Boden parallel zu denken und in solcher Anordnung, dass von unten nach oben die negative Spannung abnimmt oder die positive wächst. Diese Thatsache des „positiven Potentialgefälles" ist oftmals beobachtet worden, ebenso auch der Umstand, dass das Gefälle auf Bergen und Häusern bedeutend grösser erscheint, als in der Ebene, weil solche Erhebungen mit der Spannung des umliegenden Bodens geladen sind und die Niveauflächen nach aufwärts zusammendrängen. Zugleich aber haben zahlreiche Erfahrungen gelehrt, dass die Annahme des elektrostatischen Feldes allein nicht zur Begründung der vorhandenen elektrischen Erscheinungen genügt. Insbesondere seien zwei Umstände erwähnt, welche eine Erweiterung jener Annahme erfordern und das Vorhandensein elektrischer Massen in der Atmosphäre wahrscheinlich machen, nämlich die Abhängigkeit des Potentialgefälles vom dampfförmigen Wassergehalt der Luft, und seine gleichfalls erwiesene Abhängigkeit von dem in den Wolken vorhandenen flüssigen und festen atmosphärischen Wasser. Dass das Potentialgefälle im umgekehrten Sinne wie der Dampfdruck sich zu ändern pflegt, ist sowohl von Elster und Geitel wie auch von Exner beobachtet worden, insbesondere hat Herr Exner durch eine empirische Formel die Beziehungen beider Grössen auszudrücken versucht. Und die beim Heraufziehen einer Wolke stattfindende Abnahme des normalen positiven Potentialgefälles, welches oft genug dabei sogar in negative Werthe übergeht, ist vielfach und auch von mir selbst beobachtet worden.

Da also die blosse unveränderliche Ladung des Erdballs mit negativer Elektricität nicht genügt, um die Beobachtungsthatsachen zu erklären, so

---

[1]) Auszugsweise durch Herrn W. von Bezold der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin mitgetheilt am 22. Februar 1894.

liegt die Annahme nahe, dass in der Atmosphäre elektrische Massen vorhanden seien. Es gilt alsdann die Poisson'sche Gleichung:

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = -4\pi\rho,$$

worin V das Potential und ρ die Dichte der Elektricität in einem Punkte mit den Coordinaten x, y, z bedeutet. Wenn die Elektricität in concentrischen und der Erdoberfläche parallelen Schichten angeordnet, und also V nur mit der Höhe h veränderlich gedacht wird, so kann man statt der vorigen Gleichung schreiben:

$$\frac{\partial^2 V}{\partial h^2} = -4\pi\rho,$$

woraus sich durch Integration ergiebt:

$$\frac{\partial V}{\partial h} = -4\pi\int_0^h \rho\, dh + B.$$

Die linke Seite dieser Gleichung enthält das direct messbare Potentialgefälle. Erstreckt man die Integration auf das Höhenintervall von 0 bis h, so ist der Werth des Integrals für $h = 0$ gleichfalls Null, und also ist die Integrationsconstante B gleich dem am Boden ($h = 0$) beobachteten Potentialgefälle. Das Integral selbst stellt die vom Boden bis zur Höhe h vorhandene Elektricitätsmenge dar, und sein absoluter Werth wächst mit der Höhe h. Da auf der rechten Seite der Gleichung nur der Integralwerth mit h veränderlich ist, so wird sein Zeichen massgebend sein für den Sinn der Aenderung des Potentialgefälles mit wachsender Höhe. Dem Vorhandensein positiver Elektricität in der Atmosphäre müsste Abnehmen, dem Vorhandensein negativer Elektricität dagegen Wachsen des Potentialgefälles mit zunehmender Höhe entsprechen.

Den letztern Fall nimmt Herr Exner[1]) an und legt seinen Betrachtungen die Hypothese zu Grunde, dass der vom Boden aufsteigende Wasserdampf mit negativer Elektricität geladen sei. Für die Beziehung zwischen Potentialgefälle und Dunstdruck benutzt Herr Exner seine eigenen Beobachtungen, für die verticale Vertheilung des Dunstdrucks diejenigen Zahlen, welche Herr Hann[2]) aus Messungen in Gebirgen und bei Luftfahrten berechnet hat. Beide empirischen Gleichungen werden extrapolirt bis zu dem Dunstdruck Null, sodass für absolut trockene Luft das Potentialgefälle $A = 1300$ Voltmeter sich ergiebt, während aus der Hann'schen Gleichung, welche die mittlere Vertheilung des Dunstdrucks bis zu etwa 7000 m Höhe darstellt, diejenige Höhe M (gegen 8000 m) berechnet wird, in welcher der Dunstdruck auf Null herabsinkt. Sodann wird berücksichtigt, dass A zugleich auch das Potentialgefälle in der Höhe M sein müsse, weil

[1]) Exner, Wien. Ber. **96** [2], 419—475. 1887; Exner Repert. **24**, 225—251, 274—190. 1888.

[2]) Hann, Oesterr. met. ZS. **11**, 193. 1874.

dasselbe bei Abwesenheit elektrischen Wasserdampfes von der Höhe merklich unabhängig ist, und indem die elektrische Dichte ρ dem Dunstdruck p proportional gesetzt, die Höhe M in den Ausdruck für das Potentialgefälle eingeführt, und dies dann gleich $A = 1300$ Voltmeter gesetzt wird, ergiebt sich schliesslich eine Gleichung, welche das Potentialgefälle als Function der Höhe darstellt, und zwar nach oben zunehmend.

Diese Erwägungen und besonders die erwähnten Extrapolationen scheinen mir nicht unanfechtbar zu sein. Dabei steht und fällt die Exner'sche Hypothese, laut welcher der Wasserdampf negativ elektrisch sein soll, mit dem Nachweis der nach oben stattfindenden Zunahme des Potentialgefälles. Eine solche Zunahme folgert Herr Exner aus Beobachtungen, welche am 6. Juni 1885 bei sehr ruhigem, klarem Wetter Herr Lecher[1]) in der Gondel des Luftballons „Vindobona" anstellte. Es waren zwei Wassercollectoren 10 m tief unter der Gondel und mit 2 m Höhendifferenz angebracht, und durch Drähte mit einem in der Gondel isolirt befestigten Elektroskop verbunden. Innerhalb 10 Minuten wurde in 440, 550 und 660 m Höhe die Grösse des verticalen Potentialgefälles gemessen und an allen drei Stellen gleich 193 Voltmeter gefunden, während für dieselbe Grösse am Boden gleichzeitig 92,2 Voltmeter gemessen wurde. In gleichem Sinne fand Herr Tuma[2]) auf einer am 15. September 1892 bei völlig heiterem Wetter unternommenen freien Luftfahrt das mittelst zweier Wassercollectoren in 15 und 17 m Abstand unter der Gondel gemessene Potentialgefälle zu + 40 Voltmeter in 410 m Höhe und ununterbrochen wachsend bis zu + 70 Voltmeter in der erreichten Maximalhöhe von 1900 m.

Da es wünschenswerth schien, diese Erfahrungen durch neue Beobachtungen zu vervollständigen, schlug ich vor, luftelektrische Messungen in das Programm der wissenschaftlichen Fahrten aufzunehmen, welche mit Hülfe der von Allerhöchster Stelle bewilligten Geldmittel der „Deutsche Verein zur Förderung der Luftschiffahrt" ins Werk setzte, und es wurde mir das Glück zu Theil, während zweier Luftfahrten des Ballon „Phönix" Messungen des atmosphärischen Potentialgefälles vornehmen zu können.

Bei der Vorbereitung dieser Fahrten handelte es sich zunächst darum, eine den besonderen Verhältnissen angepasste Beobachtungsmethode zu finden. Flammencollectoren mussten in Rücksicht auf die Leuchtgasfüllung des Ballons natürlich ausgeschlossen bleiben. Auch gegen die Anwendung von Wassercollectoren sprach die Befürchtung, dass in beträchtlichen Höhen das Wasser gefrieren würde. Demnach gedachte ich Aluminiumstäbe statt der Collectoren zu benutzen, nachdem Herr Elster mich auf die Eigenschaft des Aluminium, negative elektrische Ladung in diffusem Lichte zu verlieren, aufmerksam gemacht hatte. Einige Vorversuche zeigten in der

1) Exner, Wien.-Ber. **93** [2], 267. 1886; Exner Repert. **22**, 469. 1886.
2) Tuma, Wien. Ber. **101** [2a], 1556—1559. 1892.

That, dass ein frisch abgeschmirgelter Alumiumstab als Ersatz des Flammencollectors recht wohl gebraucht werden kann, um die Spannungs-Differenz niedrig gelegener Punkte gegen den Boden zu bestimmen. Leider unterliess ich dabei festzustellen, wie lange Zeit die Wirkung des Abschmirgelns vorhält, und musste deshalb erst während der ersten Luftfahrt erkennen, dass diese Methode für Ballonversuche nicht geeignet ist. Ich hatte nämlich in 10 und 11 m Abstand unter der Gondel je einen horizontalen Aluminiumstab von etwa 1 m Länge und 7 mm Dicke an isolirender Seide hängend angebracht und von beiden Drähte nach dem Knopf resp. dem Gehäuse eines am Rande des Ballonkorbes isolirt aufgestellten Exner'schen Elektroskops geführt. Gleich nach der Abfahrt wurde diese ganze Vorrichtung montirt, was mit einiger Mühe und Unbequemlichkeit verbunden war, durch die freundliche Hülfe meiner Reisegefährten aber bald gelang; und nun zeigte sich schon in der ersten Stunde eine derartige Abnahme in der Wirkung dieser Collectoren, dass sie trotz anfänglich guten Functionirens doch als unbrauchbar bezeichnet werden müssen für alle diejenigen Beobachtungen, welche ein Abschmirgeln des Metalls vor jeder einzelnen Messung nicht gestatten.

Indessen war jene Fahrt darum nicht ergebnisslos, denn unabhängig von den erwähnten Apparaten hatte ich Wassercollectoren mitgenommen, welche gleichzeitig mit den Aluminiumstäben in Thätigkeit gesetzt waren und gute Ergebnisse lieferten. Ein zweites Exner'sches Elektroskop war auf einem den Mascart'schen Isolatoren ähnlichen Glasgestell isolirt befestigt, und von seinem Knopf und Gehäuse führten Drähte zu zwei Glastrichtern, die isolirt an Seide hängend ausserhalb des Korbes angebracht waren. Aus jedem der Trichter hing ein starker Bindfaden 10 resp. 11 m tief herab, der in der Trichteröffnung mittelst Kork so befestigt war, dass das im Trichter befindliche Wasser langsam an der Schnur hinablief und von deren Ende in die Luft strömte. Diese Vorrichtung bot den Vorzug, dass Eisbildung an den Schnüren das Herabfliessen des Wassers nicht hinderte. Auch erwies es sich bei meiner zweiten Fahrt als leicht und rasch ausführbar, die mit Eis bedeckten Schnüre heraufzuziehen und von der Eiskruste zu befreien, während bei Anwendung von Schläuchen etwas Aehnliches nicht möglich gewesen wäre. Statt der Bindfäden, welche im Herabhängen eine drehende Bewegung annahmen, verwendete ich bei der zweiten Fahrt geklöppelte Schnüre von 10 und 12 m Länge, die über dem untern Ende mit Bleidraht umwickelt waren und glatt herabhingen.

Zugleich waren die anfänglich benutzten Glastrichter ersetzt worden durch Blechgefässe mit stellbarem Hahn an der untern Oeffnung, aus welcher die Schnur herabhing. Dadurch war ein gleichmässigeres Abströmen des Wassers gesichert. Die Befürchtung, dass durch Berühren oder Reiben der Glastrichter elektrische Ladung erzeugt werden und die Messungen stören könnte, erwies sich übrigens als unbegründet, denn bei einer im Labo-

ratorium vorgenommenen Prüfung fand sich, dass zwar eine solche Ladung leicht hervorzurufen war, dass sie aber jedesmal sofort verschwand, wenn aus dem Trichter Wasser herablief. Dabei wurde der abströmende und in Tropfen aufgelöste Wasserstrahl in einem isolirten Gefässe aufgefangen, um eine etwaige Entladung nach dem Boden auszuschliessen.

Aus diesem Versuch kann ausserdem auch entnommen werden, dass die Anwendung von Kautschukschläuchen Bedenken in Betreff der elektrischen Vorgänge nicht unterliegt. Ersetzt man das Wasser durch eine Flüssigkeit von ausreichend niedriger Erstarrungstemperatur, so ist auch ein Verstopfen der Schläuche durch Zufrieren nicht zu befürchten, und es bleibt also dann nur noch die eine Unsicherheit bei Benutzung von Schläuchen bestehen, welche auf der Dehnbarkeit des Kautschuks beruht und die Länge der Schläuche, also die Höhendifferenz der Collectoren, veränderlich erscheinen lässt.

Zum isolirten Aufhängen der Gefässe dienten Stränge aus Chappeseide, einer Substanz, die beim Aufbewahren in geschlossenem Behältniss (Schrank, Schublade) nicht frei von Leitungsfähigkeit zu sein pflegt, die aber vollkommen isolirt, sobald sie kurze Zeit der Wirkung heller Sonnenstrahlung ausgesetzt war. Während der Luftfahrten konnte die gute Isolirung der Gefässe stets controllirt werden, indem man eines der Gefässe mit der Hand berührte und also mit dem Ballon in leitende Verbindung brachte. Entstand dann ein kräftiger Ausschlag im Elektroskop, so war erwiesen, dass beide Gefässe sowohl von einander wie auch vom Ballon isolirt waren. Eine solche regelmässige Controlle der Isolirung kam durch das in kurzen Zwischenräumen erforderliche Nachgiessen von Wasser in die Gefässe ohne Weiteres zu Stande. Es wurde dabei jedesmal aus dem grössern, im Korbe mitgeführten Wasservorrath eine Blechkanne gefüllt, und diese in die aussen hängenden isolirten Gefässe entleert. Indem hierbei eines der letzteren durch den Wasserstrahl, die Blechkanne und den Körper des Beobachters mit dem Ballon leitend verbunden war, musste das Elektroskop den entsprechenden Ausschlag zeigen, welcher gleich darauf wieder verschwand in Folge des vom untern Schnurende abströmenden Wassers. Die Isolirung erwies sich ganz tadellos während der bei ununterbrochenem, prachtvollem Sonnenschein verlaufenen ersten Fahrt; die zweite liess unter Einfluss von Wolken eine etwa dreiviertelstündige Unterbrechung der Beobachtungen wegen mangelnder Isolirung entstehen, wobei Auftreten und Verschwinden des Fehlers genau verfolgt werden konnten.

Die erste Fahrt, über welche ich zu berichten habe, fand am 18. August 1893 statt; als Führer der Ballons fungirte Herr Premierlieutenant Gross, als meteorologischer Beobachter Herr Assistent Berson vom moteorologischen Institut. Wir stiegen in Charlottenburg bei Berlin um 9 Uhr 21 Minuten Morgens empor bei hellem Sonnenschein und so ruhiger Luft, dass man von Berlin aus noch gegen 1 Uhr Mittags unsern Ballon sehen konnte. Um

5 Uhr 10 Minuten erreichten wir die grösste Höhe von ca. 3790 m, wobei zugleich die niedrigste Temperatur mit 1,6° beobachtet wurde, und landeten um 7 1/4 Uhr Abends auf dem Gute Creba in Schlesien, westlich von Görlitz.

Die unten mitgetheilte Tabelle enthält unter der Rubrik „Potentialgefälle" die mit den geschilderten Wassercollectoren erlangten Werthe. Dieselben zeigen erhebliche Schwankungen, mehrmals sogar negatives Vorzeichen, im Ganzen aber zweifellose Abnahme nach oben hin. In etwa 3000 m Höhe wurden die Ausschläge so gering, dass eine Messung nicht mehr möglich war. Da mir von ähnlichen Messungen nur die vorerwähnten Angaben von Exner und Tuma bekannt waren, welche einen entgegengesetzten Verlauf erwarten liessen, so begann ich zu fürchten, dass irgend ein Fehler in den Apparaten das Verschwinden der Ausschläge herbeiführe. Indessen fanden die messbaren Angaben des Elektroskops sich sogleich wieder ein, als wir beim Herabsteigen die Höhe von 3000 m wiederum passirten, und es musste also zunächst für jenen Tag angenommen werden, dass wirklich das Potentialgefälle mit zunehmender Höhe geringer würde.

Auffallend bleiben die starken Schwankungen des Potentialgefälles. Es liegt nahe zu denken, dass ich bei dieser meiner ersten Luftfahrt vielleicht nicht die nöthige Ruhe und Sicherheit des Beobachtens gehabt habe, wie sie zu physikalischen Messungen gehören. Indessen wenn auch im Beginn der Fahrt das Gefühl, etwas sehr Merkwürdiges zu erleben, mich erfüllte, so glaube ich doch versichern zu dürfen, dass hierunter die Beobachtungen nicht gelitten haben. Die sanfte Bewegung des Ballons, die prachtvolle Aussicht auf die in hellem Sonnenschein erglänzende Landschaft, und vor Allem das ruhige und sichere Verhalten meiner Herren Fahrtgenossen, die schon zahlreiche Luftreisen miteinander erlebt hatten, alle diese Umstände wirkten dahin, die Stimmung in unserem Korbe zu einer überaus behaglichen zu machen. Ueberdies können jene Schwankungen der Beobachtungsdaten unbedenklich auf eine Thatsache zurückgeführt werden, die mir nachher bekannt wurde, darauf nämlich, dass an jenem 18. August, wie aus dem Wetterbericht der Seewarte hervorgeht, Nordlicht[1]) an der deutschen und dänischen Küste beobachtet worden ist. Aus den Wahrnehmungen der schwedischen Polarstation zu Cap Thordsen auf Spitzbergen[2]) ist zu entnehmen, dass bei Nordlicht ganz ähnliche Störungen des Potentialgefälles aufzutreten pflegen, wie bei schlechtem Wetter und Niederschlägen, und daraus erklärt sich zur Genüge, wenn bei unserer Fahrt trotz des ruhigen und klaren Wetters die Vertheilung der atmosphärischen Elektricität nicht ganz normal erschien.

---

[1]) Ueber Nordlichtbeobachtungen in Lübeck vom gleichen Tage s. Schaper, Met. ZS. II, 113. 1894.

[2]) Hann, Met. ZS. 7, 29. 1890.

Unsere zweite „elektrische" Fahrt wurde gleichfalls mit dem Ballon „Phönix" und der nämlichen Bemannung am 29. September 1893 unternommen. Die Fahrt begann in Charlottenburg um 7 Uhr 54 Minuten früh bei theilweise bewölktem Himmel; wir erreichten um 2 Uhr 21 Minuten die niedrigste Temperatur mit — 6,3° in 3875 m Höhe und um 2 Uhr 37 Minuten die grösste Höhe von 3943 m, worauf um 4 Uhr 11 Minuten die Landung nahe bei Bütow in Hinterpommern, im sogenannten „blauen Ländchen", erfolgte. Das Potentialgefälle zeigte, wie aus den unten mitgetheilten Zahlen hervorgeht, diesmal geringere Schwankungen und kein negatives Vorzeichen. Es nahm wiederum nach aufwärts ab und war von etwa 3300 m an nicht mehr messbar, wurde aber dann beim Herabsteigen wieder grösser. Die vorgekommenen Schwankungen sind bei der Bewölkung jenes Tages (an welchem übrigens Nordlicht nicht im Seewartenbericht gemeldet ist) begreiflich. Die Beobachtungen dieser Fahrt benutzte ich zu einer genauern Berechnung in Betreff der Anwendbarkeit der Exner'schen Hypothese. Wenn nämlich der Wasserdampf als Träger der Elektricität wirkt, so kann man die elektrische Dichte ρ an irgend einem Punkte der Atmosphäre proportional mit dem Dunstdruck p setzen, also annehmen, dass eine Gleichung:

$$\rho = c\,p$$

besteht, in welcher die Constante c negativ oder positiv oder gleich Null ist, je nachdem der Wasserdampf mit negativer Elektricität (wie Herr Exner annimmt) oder mit positiver Elektricität geladen oder ganz unelektrisch ist. Ferner kann man den Dunstdruck p darstellen als Function der Höhe h durch eine Gleichung von der Form:

$$p = p_0\left(1 - \alpha h + \beta h^2\right),$$

worin p_0 der Dunstdruck am Boden ist, α und β Constanten. Dann nimmt die oben betrachtete Gleichung für das Potentialgefälle folgende Gestalt an:

$$\frac{\partial V}{\partial h} = -4\pi \int \rho\, dh + B = -4\pi c p_0 \int \left(1 - \alpha h + \beta h^2\right) dh + B$$

$$= -4\pi c p_0 h\left(1 - \frac{\alpha}{2} h + \frac{\beta}{3} h^2\right) + B.$$

Die mittlere verticale Vertheilung der absoluten Feuchtigkeit darf natürlich hierbei nicht zu Grunde gelegt werden, besonders auch deshalb nicht, weil der Dunstdruck an jenem Tage nur bis zu etwa 2500 m Höhe abnahm und von da an nach oben hin wieder wuchs. Ich benutzte daher zur Berechnung von α und β die zahlreichen Beobachtungen, welche Herr Berson mittelst eines Assmann'schen Aspirationspsychrometers während unserer Fahrt ausgeführt hatte, und berechnete nach der Methode der kleinsten Quadrate, dass der Dunstdruck bis zu derjenigen Höhe, innerhalb

welcher ich elektrische Messungen gewonnen hatte, nämlich bis zu 3330 m, dargestellt wird durch die Gleichung:

$$p = p_0 \left\{ 1 - 0{,}000395\, h + 0{,}0000000439\, h^2 \right\},$$

wenn darin h in Metern ausgedrückt, und für p_0 der bei der Abfahrt in Charlottenburg gemessene Dunstdruck von 7,93 mm gesetzt wird. Für die Grössen $\partial V / \partial h$ und h hatte ich nun je 41 Werthe, welche in die obige Gleichung für $\partial V / \partial h$ eingesetzt werden konnten. Hiernach wurden mit Hülfe der Methode kleinster Quadrate die wahrscheinlichsten Werthe der Grössen c und B berechnet, und es fand sich:

$$c = + 0{,}0006895$$
$$B = + 110{,}27 \text{ Voltmeter.}$$

Diese Zahlen beziehen sich auf die Fahrt von 7 Uhr 54 Minuten bis 12 Uhr 36 Minuten und auf die Luftschicht vom Boden bis zu 3330 m Höhe. Eine Unsicherheit besteht in der Annahme des constanten Werthes für den am Boden herrschenden Dunstdruck p_0, der in $4^1/_2$ Stunden und in den während dieser Zeit überflogenen Gegenden wohl nicht ganz constant gewesen sein mag. Ferner ist das Potentialgefälle B am Boden als eine constante Grösse in die Rechnung eingeführt, während die von Herrn Professor Sprung mir freundlichst mitgetheilten Beobachtungen des Observatorium zu Potsdam eine beständige Zunahme des Potentialgefälles in der angegebenen Zeit erkennen lassen. Aber es würde, wenn diese Zunahme von B allgemein stattgefunden hätte, offenbar daraus zu entnehmen sein, dass in Wirklichkeit das Gefälle nach oben hin noch rascher abgenommen habe, als die Beobachtungen erkennen lassen.

Eine entsprechende Berechnung für die erste Fahrt habe ich nicht unternommen mit Rücksicht auf die vermuthete Störung durch Nordlicht. In qualitativer Hinsicht stimmten aber die Beobachtungen beider Fahrten dahin überein, dass das Potentialgefälle nach oben hin geringer wurde. Und damit ist unvereinbar die Annahme einer in der Luft vorhandenen negativ elektrischen Ladung.

Die von Exner angeführten Lecher'schen Ballonbeobachtungen haben innerhalb der Atmosphäre keinen Unterschied, sondern nur in den geringen Höhen von 440 bis 660 m grösseres Potentialgefälle ergeben, als gleichzeitig am Boden gemessen wurde. Wie die Wahrnehmungen von Tuma, der bis zu 1900 m das Gefälle wachsen sah, zu deuten sind, vermag ich nicht zu sagen. Dass aber hier singuläre Verhältnisse obwalteten, scheint mir aus der völligen Uebereinstimmung meiner Messungen mit den Ergebnissen dreier anderer Luftfahrten hervorzugehen, die seither bekannt geworden sind. Am 1. und 9. August 1893, also unmittelbar vor unserer ersten Fahrt, stieg Herr G. Le Cadet von Paris aus empor und führte Messungen des Potentialgefälles aus, über welche Herr Ch. André[1]) berichtet. Es

[1]) Ch. André C. R., 117, 729—732. 1893. Vgl. p. 24 d. lauf. Jahrg. dies. Zeitschr.

wurden Höhen von 1300 und 2520 m erreicht; von der Gondel hingen isolirt zwei verschieden lange Kautschukschläuche herab, aus welchen Wasser floss, und an diesen Collectoren wurde eine so deutliche Abnahme des Potentialgefälles (dessen Werth in 2520 m Höhe nur noch + 16 Voltmeter betrug) gefunden, dass Herr André anzunehmen geneigt ist, es sei bei schönem Wetter das elektrische Feld in verticaler Richtung nahezu constant, d. h. das Potentialgefälle fast gleich Null.

Und am 17. Februar 1894 führte Herr Baschin in ganz ähnlicher Art Messungen bei einer Fahrt unseres Ballon „Phönix" aus, wobei indessen, um ein Gefrieren der Flüssigkeit in den Schläuchen zu verhindern, statt des Wassers verdünnter Alkohol benutzt wurde. Die erreichte Höhe betrug 4200 m. Der Erfolg war wiederum derselbe, nämlich dass Abnahme des Potentialgefälles mit wachsender Erhebung auftrat, wobei auch wieder von einer gewissen Höhe an die Messung nicht mehr möglich war.[1])

Demnach liegen nun die Ergebnisse von fünf verschiedenen Luftfahrten vor, bei welchen unabhängig von einander drei Beobachter fanden, dass mit wachsender Höhe das atmosphärische Potentialgefälle abnimmt. Wenn es hiernach als sehr wahrscheinlich gelten darf, dass diese Wahrnehmung wirklich der regelmässigen Vertheilung der Elektricität entspricht, so muss die Annahme, nach welcher mit dem Wasserdampf negative Elektricität in die Luft gelangt, aufgegeben werden. Vielmehr scheint aus den Beobachtungen hervorzugehen, dass in der Atmosphäre Elektricitätsmassen positiven Vorzeichens vorhanden sind.

Diese Erwägungen noch durch neue Erfahrungsthatsachen zu fördern, ist gewiss nicht minder wünschenswerth, wie die Ergründung des elektrischen Zustandes der Wolken, deren Verhalten eine negative Ladung anzudeuten scheint.

Folgendes sind die beobachteten Zahlenwerthe:

1. Fahrt. 18. August 1893.

Zeit.	Höhe.	Potential-gefälle.	Zeit.	Höhe.	Potential-gefälle.
$11^a\ 6^m$	1709 m	+ 57 V/m	$12^p\ 32^m$	2660 m	+ 20 V/m
10	1676	+ 20	42	2624	— 52
22	1895	+ 15	48	2772	— 44
26	2046	+ 80	1^p 20	2775	+ 38
30	1955	+ 50	40	2884	— 30
41	1981	+ 45	50	2746	+ 34
45	2138	+ 43	53	2847	— 34
55	2160	+ 75	56	2952	+ 12
12^p 17	2675	0	2^p 0	3040	— 50
27	2677	— 40	11	2970	0

Darauf blieb der Ausschlag des Elektroskops unmessbar klein, während wir bis $5^p\ 10^m$ (3790 m) stiegen. Im Herabsteigen wurde bei raschem Fallen um $6^p\ 24^m$ in 2814 m Höhe + 88 Vm gemessen.

[1]) Siehe S. 98 d. lauf. Jahrg. dies Zeitschr.

2. Fahrt. 29. September 1893.

Zeit.	Höhe.	Potentialgefälle.	Zeit	Höhe.	Potentialgefälle
$8^{a}\ 30^{m}$	752 m	+ 65 V/m	$10^{a}\ 1^{m}$	2435 m	0 V/m
32	765	+ 60	3	2485	0
34	811	+ 100	10	2560	0
42	1034	0	16	2565	+ 52
45	1172	0	17	2572	+ 35
47	1237	0	18	2565	+ 25
56	1521	+ 17	21	2645	+ 14
9^{a} 5	1734	0	28	2681	+ 10
6	1775	+ 19	11^{a} 42	2980	+ 8
12	1802	+ 16	44	2980	+ 29
14	1906	+ 10	46	2995	+ 12
18	1979	+ 15	54	2983	0
20	1984	+ 16	56	3035	0
22	2005	+ 19	12^{p} 0	3117	0
24	2005	+ 17	9	3200	0
27	2036	+ 22	13	3195	+ 9
30	2134	+ 25	16	3195	+ 11
37	2265	+ 16	22	3175	+ 10
42	2300	0	40	3305	0
59	2433	+ 17	49	3180	0
10^{a} 0	2424	0			

Der Ausschlag blieb unmessbar beim weiteren Steigen bis $2^{p}\ 37^{m}$ (3943 m), und erst um $3^{p}\ 29^{m}$, als der Ballon auf etwa 1940 m gesunken war, wurde wieder + 24 Vm gemessen.

Die Beschaffung der Tragkraft beim dynamischen Fluge*).

Von Dr. **Emil Jacob** in Kreuznach.

In meiner Abhandlung im Decemberheft 1893 habe ich den theoretischen Beweis erbracht resp. erbringen wollen — die Eigenartigkeit dieses Gegenstandes bringt es mit sich, dass es für diejenigen, welchen die Begriffe Kraft, Arbeit, Energie geläufig sind, eigentlich gar keines Beweises bedarf, dass es aber den Andern überhaupt kaum zu beweisen ist —, dass zum Schweben an sich durchaus keine Arbeit, sondern nur Kraft nöthig ist, ferner dass jede Kraftmenge aus einer kleinsten Menge Energie erzeugt werden kann, und dass es keiner schöpferischen Kraft bedarf, sie daraus zu erzeugen, sondern nur eines Kunstgriffes.

---

*) Obwohl die Hypothese, zu welcher der Herr Verfasser gelangt, uns sehr fraglich erscheint, bringen wir doch im Hinblick auf seine eingehende und interessante Auseinandersetzung des Unterschiedes zwischen Kraft und Arbeit den Aufsatz gern zur Kenntnis unserer Leser. **D. Red.**

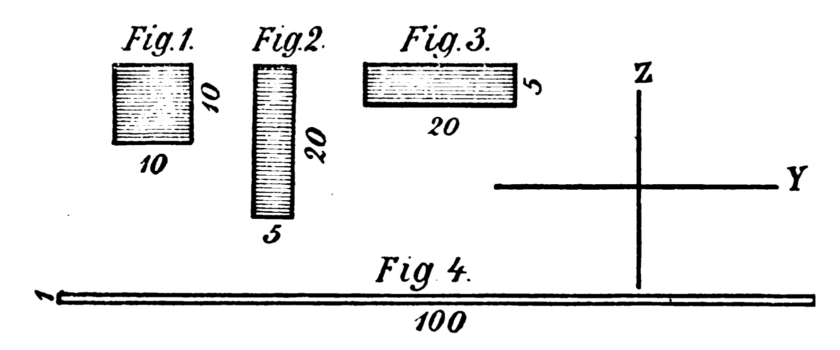
Dieser Kunstgriff kann aber nur aus dem Wissen d. h. einer genügend vorgeschrittenen Wissenschaft entspringen.

Die Tragkraft soll nun durch Anwendung von Arbeit, d. h. durch den Uebergang von Energie vom Vogelkörper (Flugmaschine) auf andere Körper (die Umgebung) beschafft werden — der scheinbare Widerspruch, dass zwar keine Arbeit, sondern nur Kraft nöthig sein, diese Kraft aber aus Arbeit erzeugt werden soll, also im letzten Grunde doch Arbeit nöthig ist, ist wirklich nur ein scheinbarer, denn wenn auch die Theorie die Erzeugung einer beliebig grossen Menge Kraft aus einem Energieminimum möglich sein lässt, wird sich dies in der Praxis natürlich anders stellen; mit 100 Procent Nutzeffect wird man nie arbeiten können — und ich muss deshalb zuerst eine Betrachtung über die Energie anstellen, welche mir die Grundlage aller folgenden Schlüsse über die Beschaffung von Kraft durch Anwendung von Arbeit zu sein scheint.

1 Kilogrammeter Energie kann gedacht und vorgestellt werden als:

	1	Kilogr.	Kraft	mal	1	Meter	Weg
	$^1/_2$	"	"	"	2	"	"
	$^1/_{100}$	"	"	"	100	"	"
	100	"	"	"	$^1/_{100}$	"	"
allgemein	X	"	"	"	$^1/X$	"	"

Es scheint mir nicht unnütz, sich das auch bildlich darzustellen als Rechteck mit einer Kraft- und Wegecomponente und zur Unterscheidung die Richtung der Kraftcomponente zu schraffiren.



Diese 4 Energiegrössen vorstellenden Rechtecke sind alle an Inhalt gleich — sie bedeuten also gleiche Quantitäten Energie. Die Qualität ist aber bei allen 4 verschieden.

No. 2 und No. 3 sind z. B. nicht allein gleich gross, sondern bestehen auch aus denselben Zahlenfactoren und müssen doch als etwas Verschiedenes gedacht werden.

Das was durch Anwendung von Energie erreicht werden kann, wird also nicht allein von dem Quantum derselben, sondern auch von der Art, der Form derselben abhängen. Handelt es sich z. B. wie beim Schweben

um reine Statik, so hat die Wegachse Z gar keinen Werth — bloss die Kraftaxe Y bedingt den Werth. Solche Energie muss dann durch ein in der Z-Richtung unendlich dünnes Rechteck dargestellt werden, dessen Fläche (Quantum-Energie) ein Minimum ist.

Wenn andererseits z. B. ein Vogel von 1 kg Gewicht beim Niederschlag seiner Flügel nur $^1/_{10}$ kg Druck (Luftdruckwiderstand) erzeugen kann, so ist es für die Tragkraft gleichgültig, welche Geschwindigkeit die Flügel haben, also welchen Weg sie machen. Ist diese Geschwindigkeit m Meter, so leistet er die Arbeit $\frac{m}{10}$ kgm pro Secunde. Mit steigendem m wird die Arbeit entsprechend steigen. Nimmt man aber an, dass sein Maximaldruck nur $^1/_{10}$ kg — damit bei steigendem m der Druck nicht steige, müsste man sich die Flügelfläche entsprechend kleiner werdend denken — so darf m noch so gross sein, er fällt doch mit der Beschleunigung $^9/_{10}$ g.

Wenn ich also mittelst Energie schweben will, so kann ein noch so grosses Z nichts helfen, wenn Y zu klein ist. Hier entscheidet also allein die Form der Energie.

Die bekannteste Art der Energie ist die bewegter Massen, die sogenannte „lebendige Kraft."

Ich will auch hier an einem Beispiel zeigen, dass es für die Wirkung dieser Energie durchaus nicht allein auf ihre Grösse ankommt:

Ein Kanonenschuss verleiht der Kanone M und der Kugel m die gleichen Bewegungsgrössen $M v = m V$ (M und m sind Massen, v und V die zugehörigen Geschwindigkeiten).

Die Energiemengen sind aber verschieden: $m V^2 > M v^2$.

Verhält sich z. B. $m : M$ wie $1 : 100$, so verhält sich bekanntlich $V : v$ wie $100 : 1$ und die Energie $\frac{m V^2}{2 g}$ Kilogrammeter zu $\frac{M v^2}{2 g}$ ebenfalls wie $100 : 1$.

Die Bewegungsgrössen (Stosskräfte) sind also gleich, obschon die Energie der Kugel 100 mal so gross ist, als des Geschützes. Man kann diese beiden Energieen sich also graphisch darstellen mit gleicher Kraftcomponente, aber einer 100 mal grösseren Wegecomponente in der Figur, welche die Energie der Kugel vorstellt.

Bekanntlich heben sich nämlich die Wirkungen zweier bewegter Massen, welche gegeneinanderstossen auf, wenn ihre Bewegungsgrössen $m_1 v_1$ und $m_2 v_2$ gleich sind.

Könnte man also in obigem Beispiel die Richtungen der Kugel und Kanone umkehren und dieselben gegeneinanderstossen lassen, so würde die Kugel trotz 100 fach grösserer Energie keinen stärkeren Stoss ausführen, als die Kanone. Die Stösse würden sich aufheben und die ganze Energie als Wärme zum Vorschein kommen. Die grössere Energie („lebendige Kraft") der Kugel würde nur bewirken, dass beim Zusammentreffen — im

Stosse selbst — die Kugel den 100 fachen Weg zurücklegt, als die Kanone. Die Zeit des Stosses nämlich ist nicht unendlich klein und auch der Weg nicht, den beide Körper machen, vom Augenblicke, wo der Stoss beginnt bis zum Augenblicke, wo sie ganz zur Ruhe kommen. Die Arbeit der Flügel beim Stosse wäre also auch wieder die 100 fache, obschon äusserlich nichts davon zu sehen wäre.

Will man also einen möglichst starken Stoss mit möglichst wenig Energie ausführen, so muss man die Masse möglichst gross nehmen, so dass die Geschwindigkeit klein bleiben kann.

Aus diesen Betrachtungen geht hervor, dass, wenn die Aufgabe gestellt ist, einen Körper durch Anwendung von Energie (Arbeit) schwebend zu erhalten, man darauf bedacht sein muss, diese Energie so umzuformen, dass ihre Kraftcomponente so gross wird, wie das zu haltende Gewicht des Körpers. Wenn man dies nicht kann, so kann man auch die Aufgabe nicht lösen, sei die zur Verfügung gestellte Energie noch so gross d. h. habe dieselbe eine noch so grosse Wegecomponente.

Kehren wir nun noch einmal zu dem Vogel zurück, der sich durch Flügelschläge schwebend erhalten will. Machen wir zur Vereinfachung der Betrachtung die Annahme, er könne die Flügel ohne Luftwiderstand und ohne dass dabei Zeit verfliesst, heben, so muss immerhin die Kraft des Luftwiderstandes beim Niederschlage seinem Gewichte gleich sein.

Die Flügel beschreiben beim Niederschlage einen Weg und dieser Weg mal Luftwiderstandskraft wäre die aufgewandte Arbeit.

Da aber der Weg nach obigen Betrachtungen gar nicht nöthig wäre, wenn die aufgewandte Energie die richtige (denkbar günstigste) Form hätte, so ist die ganze Procedur eine höchst unökonomische und man müsste die arme Natur bedauern, die kein anderes Mittel hätte, die Schwebekraft zu schaffen, als Energie zu verschwenden.

Denn die ganze aufgewandte Energie wird nicht etwa zum Höhehalten verwandt — dazu bedarf es ja nur Kraft = ein Differential von Energie — sondern zum Bewegen von Luft. Es wird einfach Wind daraus und aus diesem zuletzt durch Reibung der Luftmoleküle aneinander wieder Wärme.

Nun wird man wohl einwenden können, dass kein Apparat theoretisch vollkommen arbeitet, dass fast immer Umwege eingeschlagen werden müssen, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen und es ohne grosse Verschwendung von Energie eben nicht gelingt, die nöthige Kraft zu erzeugen.

Darauf möchte ich dann das Folgende erwidern:

Wenn wirklich der einfache Luftwiderstand*) des Vogelflügels die Hebe-

---

*) Unter einfachem Luftwiderstand verstehe ich den durch den Stoss der Luftmoleküle gegen die Flügelfläche entstehenden Druck. Etwaige mögliche Neben-

kraft liefert, so können wir doch wenigstens in etwas mathematisch klarlegen wie ein Schweben am besten zu erzielen wäre.

Der Luftwiderstand, also die Hebekraft steigt mit dem Quadrate der Geschwindigkeit des Flügels.

Wenn das eine Mal die Geschwindigkeit = 1 angewandt wird und das andere zweite Mal die Geschwindigkeit = X, so wird das zweite Mal die Kraft die X^2 fache und der Weg in derselben Zeit der X fache, also die Arbeit im zweiten Falle $X^2 . X = X^3$ mal so gross in der gleichen Zeit.

Dieser X^3 fachen Arbeit entspricht aber eine X^2 fache Kraft und bloss ein X facher Weg. Die aufgewandte Energie hat also eine X fach günstigere Form d. h. ihre Kraftaxe ist X mal so stark gewachsen als ihre Wegecomponente, wenn die Geschwindigkeit X mal so gross genommen wird als vorher.

Wir müssten also als Vogel- resp. Flugmaschinenconstructeure, denen es zunächst einmal auf die Erzielung der Tragkraft ankommt, Motoren von möglichst grosser Geschwindigkeit bauen, denn wenn wir das thun, so wird das Verhältniss der erzeugten Kraft zum beschriebenen Wege X mal günstiger.

Aber trotz dieser günstigeren Form der Energie bemerken wir, dass die Ausbeutung der Arbeit in Bezug auf die erzielte Kraft immer ungünstiger wird, je schneller die Bewegung der Flugorgane wird, denn die Kraft wächst nur proportional X^2, die Arbeit aber proportional X^3.

Wir sind also in einer schlimmen Lage — eine geringe Geschwindigkeit erzeugt eine ungenügende Tragkraft, eine bis zur Genüge wachsende X fache Geschwindigkeit ein im Verhältnis $\frac{X^3}{X^2} = X$ fach stärkeres Wachsthum der aufgewandten Energie als der erzielten Kraftcomponente.

Es ist also eine ökonomische Arbeit auf diesem Wege einfach unmöglich. Zur Oekonomie gehört vor allem eine geringe Geschwindigkeit, wie oben bei der Stosskraft des Näheren ausgeführt.

Wer mir da sagt: Ja dann geht es nicht!, den verweise ich auf unsere stolzen Segler der Lüfte.

Die Natur kann es, der Mensch kann es nicht — einfach weil er den Vorgang nicht kennt.

Dass es mit dem Luftwiderstand = 0,13 kg pro qm und pro m Geschwindigkeit nicht geht, hat man schon vielfach eingesehen. Die Versuche von Lilienthal, Wellner etc. über den Luftwiderstand der Flächen, welche

wirkungen wie z. B. elektrische verstehe ich darunter nicht. In meinen ferneren Ausführungen soll also Luftwiderstand immer nur diesen einfachen Sinn haben. Ich nehme an, dass dieser einfache Widerstand durch die bisherigen gebräuchlichen Formeln der Handbücher der Mechanik berechnet werden kann und dass die beobachteten Abweichungen andern noch unbekannten Nebenursachen zuzuschreiben sind.

an sich höchst dankenswerth sind und dem ohne Voreingenommenheit Sehenden den Weg zu weisen geeignet sind, beweisen keineswegs einen Luftwiderstand im gewöhnlichen, oben definirten Sinne, sondern einen, dessen Entstehung noch ganz andere Ursachen hat, als das Aufprallen der Luftmoleküle auf die Tragflächen (Flügel).

Ersteren kann man rechnungsmässig bestimmen. Da diese Rechnung beim Auftreffen der Luft unter kleinen Winkeln durchaus nicht mit den Versuchen stimmt, so ist es ein Beweis, dass noch etwas Unbekanntes mit im Spiele ist.

Man kommt leicht auf die Vermuthung, dass das gleiche Unbekannte wohl auch zur Erklärung des scheinbar aufwärts wehenden Windes und des vergrösserten Widerstandes beim Auf- und Abschlagen von Flügelflächen (Lilienthal's Versuche) genügen würde.

Also der heutige Stand der Wissenschaft genügt nicht, die Ursache der Schwebetragkraft und also auch die Energieform, aus welcher die Tragkraft entspringt, zu erkennen — geschweige denn die praktisch nöthigen Energiemengen (Arbeit) zu berechnen (theoretisch genügt ja ein Minimum zum blossen Schweben), aber diese Betrachtungen und die schon gemachten sehr dankenswerthen Versuche können doch wenigstens den Weg zeigen, auf dem gesucht werden muss.

Der Widerstand der Luftmoleküle beim Stossen gegen die Flügel wird nach diesen Betrachtungen zweifellos durch eine andere Kraft unterstützt und zwar in einer Weise, dass der durch den umittelbaren Druck der die Flügel berührenden dünnen Luftschichten entstehende Druck völlig zurücktritt gegen eine unbekannte — nunmehr aufzusuchende — Kraft.

Ist es denn absolut nöthig, dass die Kraft unmittelbar durch Stosswirkung einer Luftschicht zu Stande kommt? Können denn nicht auch Fernkräfte dabei im Spiele sein?

Kann nicht vielleicht der Vogelkörper auf die Luftmoleküle, welche ihn auf einige m Entfernung umgeben, eine Kraft ausüben wie ein geriebener Glasstab auf eine Fontaine, deren Strahlen er aus 4 Schritte Entfernung ganz sichtlich zusammenzieht.

Wissen wir sicher, dass die Gravitationsbeziehung zwischen Vogel und Erde nicht durch eine andere Kraftbeziehung zwischen Vogel und Erde alterirt werden kann?

Diese Fragen können nur experimentell gelöst werden. —

In Folgendem will ich einen Versuch beschreiben, den ich zur Beantwortung der letzteren Frage im vergangenen October gemacht habe.

In ein leichtes Arzneiglas von ca. 80 mm Höhe brachte ich eine völlig unversehrte Brumm-Fliege — die grosse Art, welche sich in einzelnen Exemplaren bisweilen an unserm Zimmerfenstern unter den gewöhnlichen Stubenfliegen bemerkbar macht.

Die Oeffnung wurde mit Gaze zugebunden und das Fläschchen dann auf die Wageschale einer sogenannten chemischen Wage (Wage zu Analysenzwecken, welche einzelne Milligramme anzeigt) gebracht.

Das Gewicht der Fliege ergab sich nahezu 1 Decigramm = 100 Milligramm, so dass es gross genug war, einen starken momentanen Ausschlag zu geben. Nachdem die Wage durch Gewichte ins Gleichgewicht gebracht war, wurde nun der Moment abgewartet, wo die Fliege Befreiungsversuche anstellte und im Fläschchen umher schwärmte.

Es zeigte sich, dass durchaus keine Gewichtsveränderung eintrat, ob nun die Fliege sass oder schwärmte.

Daraus ist nun der Schluss zu ziehen, das beim Fliegen dieser Fliege nur ein innerer Vorgang innerhalb des Glases statthatte, dass die Kraftbeziehung sich nur zwischen Fliege, Luft und Glas bewegt haben kann, also nicht etwa zwischen Luft und Erde.

Ich will mich noch etwas näher erklären:

Bekanntlich geht jede Kraftwirkung von einem oder mehreren Körpern aus und wirkt von diesem auf einen oder mehrere andere Körper, die event. ganz bestimmt ausgewählte sein können. Ein Magnet wirkt z. B. vorzugsweise auf Eisen und nicht merklich auf Holz, Stein etc. Wenn nun die Kraft vom Körper *a* aus (als Aeusserung der darin enthaltenen Energie) auf den Körper *b* wirkt, so wirkt *b* ebenso auf *a* (Princip der Wirkung und Gegenwirkung). Wenn die Erde *a* und der Stein *b* sich anziehen und man könnte plötzlich diese Anziehung wegnehmen, so würde eine Wage, auf der *b* liegt, dies sofort anzeigen und damit zeigen, dass das Gewicht des Steins der Anziehungskraft der Erde zuzuschreiben ist.

Würde das Gewicht aber bei Ausschaltung der Anziehungskraft doch weiterbestehen, so wüsste man, dass es eine andere Ursache hätte, als die Anziehungskraft der Erde. Man würde dann sagen: Stein und Erde haben keine Kraftbeziehung zu einander.

Wenn eine Fliege im Glase sitzt, wird sie unmittelbar mitgewogen. Wenn sie im Glase schwirrt, kann sie unmittelbar keinen Druck auf Glas und Wagschale ausüben, weil sie sie nicht berührt. Wenn wir dann sehen, dass sie trotzdem mitwiegt, so muss sie den Gewichtsdruck mittelbar ausüben. Es muss zwischen ihr und der nächsten Umgebung eine Beziehung walten, welche bewirkt, dass ihre Schwere durch eine Gegenkraft aufgehoben wird (denn dass Schweben muss eine Ursache haben). Nach obiger Darstellung ist es aber nöthig, dass von irgend einem Körper *b* auf die Fliege *a* diese Kraftwirkung, welche der Schwere das Gleichgewicht hält, ausgeht. — Irgend eine Relation zwischen der Fliege *a* und einem andern Körper *b*, der den Gegendruck empfängt, muss vorhanden sein.

— Wer ist nun dieses *b*? —

Würde der Flugvorgang die bestehende Relation zur Erde (Schwere) einfach aufheben, wäre dies also nur ein Vorgang zwischen dem Körper, der Fliege und der Erde — also ein Vorgang wie die Gravitation selbst — ein Vorgang der mit der nächsten Umgebung der Fliege nichts zu thun hätte, so würde beim Aufschwirren die Fliege einfach das Gewicht verlieren und die Umgebung nichts dafür eintauschen — bloss die Erde würde als Körper *b* den Gegendruck erleiden, also die Wagschale mit dem Glase sieh heben.

Da das aber nicht geschicht, da vielmehr das Gewicht von Glas, Luft, Fliege ganz unverändert bleibt, wenn die Fliege auch frei in der Luft schwebt oder schwirrt, so können wir den Schluss ziehen, das eine Kraftbeziehung zwischen Fliege und Umgebung wirksam ist, dass dieselbe Kraft, welche die Fliege vertical nach oben drückt, die Umgebung ebenso stark nach unten drückt (Wirkung und Gegenwirkung sind gleich) und dass also die Wage an Stelle des Fliegendruckes einen genauen Ersatz in der Erhöhung des Verticalabwärtsdruckes der Umgebung empfängt.

Wenn man das Experiment so variirt, dass statt des Arzneiglases ein Becherglas mit der Oeffnung nach unten — also nach Art einer Glocke — an der Wage aufgehängt wird und man die Fliege darinnen am Entweichen dadurch hindert, dass man ein weitmaschiges Gewebe zum Zubinden dieser Oeffnung benutzt, so ist der Vorgang noch ganz derselbe. Nur wenn die Fliege in uumittelbarer Nähe des Gewebes — also am Boden — schwirrt, glaube ich Schwankungen der Wage bemerkt zu haben.

Man hat mir eingeworfen, das Alles sei ganz natürlich, ein innerer Vorgang könne die Wage nicht alteriren. Das ist ganz richtig — ich hielt es aber für der Mühe werth, den Beweis zu liefern, dass es ein innerer Vorgang ist, denn *a* priori soll man so etwas nicht annehmen.

Ich beabsichtige im Sommer noch weitere Untersuchungen darüber machen und dann darüber weiter zu berichten.

Nachdem also constatirt ist, dass wenigstens beim Flugvorgange einer Fliege eine Aenderung der Gravitation nicht statthat, bleibt nur noch die Möglichkeit einer Beziehung zwischen Fliege (Vogel?) und Luft. Der gesuchte Körper *b* muss die Luft sein.

Die uns überkommene Theorie besagt, dass der Trägheitswiderstand der Luftmoleküle, welche die Flügel berühren oder die dünne Berührungsschicht bilden, die Tragkraft erzeuge. So allein kann man den Begriff Luftwiderstand verstehen — nur ein solcher ist der mathematischen Behandlung ohne weiteres zugänglich. Ein anderer war überhaupt meines Wissens bis zu den Versuchen von Lilienthal nicht bekannt.

Nun kamen diese Versuche, welche später durch die von Wellner bestätigt wurden und zeigten — ich wenigstens fasse es so auf — dass ausser

dem Stosse des Flügels gegen die Luftmoleküle oder umgekehrt noch ganz andere Druck- oder Zugkraftwirkungen existiren.

Die im Winde stehenden (schwebenden) Raubvögel zeigten dasselbe zwar schon immer, aber man half sich mit einer vermutheten Zitterbewegung, welche die Tragkraft und den Vortrieb erzeugen sollte.

Wie unökonomisch diese Erzeugung wäre, wenn sie wirklich durch Luftwiderstand stattfände, habe ich oben klar zu legen versucht.

Nein hier waltet eine grosse, wahrscheinlich durchaus einfache noch neue, uns ganz unbekannte Ursache, die es nunmehr gilt, zu suchen. Nicht immer vollkommenere Motoren, sondern diese Ursache müssen wir suchen. Buttenstedt ist von seinem Auge und Gefühl ganz richtig geleitet worden, wenn er nach dieser Ursache suchte. Seinen weiteren Ideengang betrachte ich allerdings als in unlösbarem Widerspruch mit der Wissenschaft stehend,

Was kann nun weiter geschehen? Welche Kraftbeziehungen zwischen Vogel und Luft sind noch möglich ausser dem gewöhnlichen Luftwiderstand (Trägheit der dünnen Luftschicht, welche den Flügel berührt)?

Und die einzig mir möglich scheinende Antwort, welche mir eine unerbittliche Logik abzwingt, lautet;

Es müssen Kraftbeziehungen auch zwischen dem Flügel und den entfernteren Lufttheilchen bestehen.

Wäre dies der Fall, so würde die auf dem Vogelkörper *a* wirkende Luftmasse *b* ausserordentlich vergrössert. Die Wechselwirkung zwischen *a* und *b* hätte dann die grössere Wirkung auf die kleinere Masse *a*, während die grosse Masse *b* sich dabei fast nicht bewegte (Beispiel von Kanone und Kugel). Die angewandte Energie würde für eine Bewegung des Vogels zur Verfügung stehen und die Luft dieselbe nicht für ihre Bewegung verbrauchen.

Das Princip der Trägheit würde also auch dieser Erklärung zu Grunde liegen. An die Stelle des Widerstandes sich berührender träger Massen würde der Trägheitswiderstand entfernterer Massen treten, deren Relation also eine Fernkraft ist.

Kleinere Mittheilungen.

Erste Auffahrt des Ballons „Ferdinand Carl" am 7. December 1893. Der Ballon des „Flugtechnischen Vereins" in Wien unternahm am 7. December 1893 eine Probefahrt unter der Leitung des Herrn Hauptmann Hoernes. Einer freundlichen Einladung folgend haben Dr. Gustav Jäger und ich an dieser Fahrt theilgenommen.

In den Morgenstunden des genannten Tages herrschte mässiger Wind aus S bis SSE, welcher die Füllung des Ballons schon ziemlich erschwerte und verzögerte. Die Auffahrt vom Gaswerk Floridsdorf geschah um 12^h 45^m Nm.; die Windgeschwindigkeit in den höheren Schichten war recht gross, so dass der Ballon in drei Stunden die Strecke bis Damirow bei Caslau zurücklegte. Die horizontale Entfernung

Floridsdorf — Damirow beträgt 195 km. Der Cours konnte leider nicht genau verfolgt werden. Wir hatten wohl zuweilen den Eindruck wechselnder Richtung, doch liegt sowohl die erste Theilstrecke, wie auch der einzige Punkt bei Znaim, den wir in grösserer Entfernung von Wien mit Sicherheit agnoscirten, fast genau in der kürzesten Linie Wien — Damirow. Wir passirten etwa 2 km westlich von Znaim um $1^h 48^m$, und hatten in der ersten Stunde 75 km zurückgelegt; und nach weiteren zwei Stunden landeten wir in dem 120 km von Znaim entfernten Dorf Damirow.*)

Das Anemometer der meteorologischen Centralanstalt in Wien giebt für die drei Stunden $12^h 45^m$ bis $3^h 45^m$ einen Windweg von 50 km an, also nur den vierten Theil des Weges, den der Ballon machte. Noch geringer war die während jener Zeit in Prag (Sternwarte) gemessene Geschwindigkeit. Die an der Strecke Wien — Caslau liegenden meteorologischen Stationen, von denen ich Berichte eingeholt habe, sind nicht mit Anemometern versehen, sondern schätzen die Windstärke nach einer Scala 0 bis 10 (0 windstill, 10 stärkster Orcan); die Beobachtungen werden dreimal täglich angestellt, für unsern Zweck kommt nur die Aufzeichnung um 2^h des 7. December in Betracht. Es melden: Ernstbrunn Windstärke 5, Iglau 5, Deutschbrod 6, Pribislau 8, also durchwegs starker Wind bis Sturm. Diese Stationen liegen in Höhen von 350 bis 500 m. Es scheint danach, dass der Wind an diesem Tage n den höheren Lagen auch nahe am Boden Geschwindigkeiten von 50 bis 80 km pro Stunde erreichte, dagegen in den tieferen Lagen (200 m, Wien und Prag) viel schwächer war.

Die Richtung war in Wien während der ganzen Zeit aus SE, die Richtung des Ballons aus SSE. Die anderen Stationen melden für 2^h: Ernstbrunn SE, Znaim SSE, Iglau SE, Deutschbrod E, Pribislau E.

Temperaturbeobachtungen wurden in der Zeit von 1^h bis 3^h mit einem unbeschirmten im Schatten der Gondel geschwenkten Thermometer angestellt. Die beigefügte Tabelle enthält alle Beobachtungen. Die ersten Ablesungen lassen keine Temperaturabnahme mit der Höhe erkennen, sondern eher eine kleine Temperaturzunahme; während die späteren Beobachtungen mit denen der nächstliegenden Stationen verglichen eine zumeist ziemlich normale Abnahme (0.5° für 100 m) anzeigen. Es verdient bemerkt zu werden, dass die Bergstationen am 7. December eine sogenannte Temperaturumkehrung zeigen. Wir können hierbei, da die Beobachtungsjournale noch nicht vorliegen, nur die Daten aus dem telegraphischen Wetterbericht benützen, welche sich auf 7^h früh beziehen:

Wien	— 6 · 0°	Klagenfurt	— 10 · 2°	Salzburg	— 9 · 8°
Schneeberg	— 4 · 2	Obir	— 8 · 5	Sonnblick	— 8 · 4

Derartige Erscheinungen treten zumeist (allerdings auch viel stärker ausgeprägt) im Gebiet eines Luftdruckmaximums ein. Die Wetterkarte des 7. December giebt jedoch kein Maximum über Mitteleuropa an, sondern ein Minimum westlich von Norwegen und den höchsten Druck im Nordosten des europäischen Russland. Der Verlauf der Curven gleichen Druckes über unserem Gebiete lässt eine so grosse Windgeschwindigkeit, wie wir sie beobachtet haben, nicht vermuthen.

Die Zunahme der Temperatur mit der Höhe in der ersten Zeit nach der Auffahrt hängt mit dem bis dahin in der Niederung herrschenden Nebel zusammen In den Nachmittagsstunden zerstreute sich der Nebel allmälig, wir hatten zumeist Sonnenschein in der Höhe, jedoch keine klare Luft. Zeitweilig sahen wir schöne Dispersionsfarben in den tiefer vorbeiziehenden Wolken, einmal auch den Schatten des Ballons auf einer weissen Wolke von einem grossen farbigen Ring umgeben.

*) Aus einem Brief des Beobachters Herrn J. Nowak in Pribislau erfuhr ich später, das der Ballon über der Stadt Ledetsch gesehen wurde, welche westlich von der Linie Wien-Damirow liegt; der Cours war also doch nicht ganz constant.

Temperatur in der Höhe.

Zeit.	Höhe.	Temp.
	m	C⁰
12h 55m	725	+ 0 · 5
57	780	— 0 · 5
1h 4m	610	+ 0 · 2
7	725	— 1 · 0
8	630	— 1 · 0
11	650	— 2 · 0
15	560	— 3 · 0
16	530	— 2 · 5
1h 34m	860	— 4 · 0
38	850	— 4 · 5
44	875	— 4 · 5
55	840	— 5 · 5
2h 13	1020	— 3 · 8
28	1140	— 4 · 5
29	1150	— 4 · 7
34	1065	— 4 · 2
36	1100	— 5 · 0

Temperatur am Boden.

	Zeit.	Höhe.	Temp.
		m.	C⁰
Wien	1h p	202	— 1 · 6
"	2h	202	— 0 · 7
"	3h	202	— 0 · 4
Ernstbrunn	2h	350	— 2 · 2
Znaim	2h	265	+ 0 · 8
Iglau	2h	530	— 2 · 5
Deutschbrod	2h	425	— 1 · 3
Pribislau	2h	485	— 3 · 0

Wien, 17. Dec. 1893. Dr. Max Margules.

Neuere Beobachtungen über die Bergkrankheit. Dr. Egli-Sinclair veröffentlicht in den Annales de l'observatoire météorologiques du Mont-Blanc*) einen Aufsatz über seine auf dem Mont-Blanc gemachten Studien über die Bergkrankheit, welche für den Luftschiffer von grossem Interesse sind, da man ja auch bei Hochfahrten im Ballon unter der Bergkrankheit zu leiden hat.

Bereits im Jahre 1786 wurde der Mont-Blanc von Dr. Paccard und 1787 von dem berühmten Naturforscher H. B. de Saussure**) erstiegen. Seitdem ist der Gipfel noch häufig zu wissenschaftlichen Zwecken und in letzter Zeit besonders aus sportlichem Interesse erklommen worden. Wenn man nun die Beschreibungen über diese Besteigungen des Mont-Blanc und anderer Berge durchsieht, so findet man Beobachtungen über die Bergkrankheit bis zum Jahre 1860. Während man früher nicht genug von diesem Leiden, sowie den damit verbundenen Schwierigkeiten und Gefahren zu erzählen wusste, spricht man später nur noch von einer gewissen Mattigkeit und Schwäche, nicht aber von einer Krankheit; ja, manche bestreiten sogar diese Schwäche und sagen, sie hätten sich nirgends wohler befunden als auf einem recht hohen Gipfel. In der That scheinen manche nur in ganz geringem Grade davon befallen zu werden wie bei der Seekrankheit; andere sprechen nur von einer Mageniudisposition, die durch Nahrungsänderung verursacht sei.

Um nun den Begriff der Bergkrankheit näher zu bestimmen und damit auch zugleich zu einer Erklärung desselben zu gelangen, hat man vielerlei Wege eingeschlagen. Nicht nur hat man die Zahl der Pulsschläge und der Athemzüge notirt sondern auch ihre Dauer und ihren Gang, d. h. ihre wechselnde Schnelligkeit und Intensität. Man hat die Temperatur des Körpers bei der Ruhe und bei der Bewegung beobachtet. Man hat auch den Blutdruck gemessen, d. h. den Druck und seine Schwankungen, wodurch das Blut schneller oder langsamer die Arterien durcheilt. Auch Farbe und Menge des Urins und vieles Andere hat man in Betracht

*) Ein ausführliches Referat hierüber folgt im nächsten Heft.

**) Egli-Sinclair giebt irrthümlich diese Besteigung als die erste aus, während der Führer von Saussure bereits im Vorjahre diese erste Besteigung geleitet hatte.

gezogen. Doch haben alle derartigen Untersuchungen nur sehr bedingten Werth. Hat man z. B. den Pulsschlag zu 160 in der Minute auf dem Mont-Blanc gefunden, so kann jemand dieselbe Pulsfrequenz erreichen, sofern er nur einen kleinen Berg, aber in schnellerer Gangart bestiegen hatte. Aehnlich ist es mit den Athemzügen und dem Blutdruck. Egli-Sinclair zeigt dies auch noch eingehender an den während seiner Mont-Blanc-Besteigung gemachten Messungen.

Unter den bisher veröffentlichten Erklärungsversuchen fehlt natürlich auch die Heranziehung der Elektrizität nicht: denn ein Dr. Cunningham sagt, dass die elektrische Kraft sich nicht nur beständig in einer Art Flackern befindet, sondern sogar das Blut nach dem Kopfe hin auf der nördlichen Halbkugel zieht, nach den Füssen aber auf der südlichen, woraus folgen würde, dass der Kranke, sobald er horizontal liegt, gesund würde! Saussure meint, dass unter dem Einfluss der Sonnenstrahlen auf den Schnee der letztere die Luft verschlechtere, indem er ihr den Sauerstoff entziehe; wäre das der Fall, so könnte man die Bergkrankheit an jedem heiteren Wintertage in einem schneebedeckten Thale bekommen. Die Kälte, Abspannung, gestörte Verdauung tragen wohl viel dazu bei, die Bergkrankheit zu verschlimmern, aber sie können sie weder einzeln noch insgesammt hervorrufen.

Als einzige Erklärung bleibt demnach die starke Luftdruckverminderung bestehen; hierbei kann die Einwirkung auf das Befinden des Menschen auf mechanischem oder chemischem Wege geschehen. Um den mechanischen Theil zu studiren, hat man Thiere unter die Glocke einer Luftpumpe gesetzt und die Erscheinungen beobachtet, welche sich bei der Verringerung des Druckes boten. Man folgerte dass dabei die Körpersäfte, vor allem das Blut, nach aussen gesaugt, und dabei besonders das Gehirn blutleer würde. Hierin suchte auch Saussure eine Ursache der Bergkrankheit.

Andere lehrten, dass die Blutgase sich ausdehnten, die Circulation in den capillaren Gefässen, besonders in denen der Lungen, verhinderten und so das Athmen störten, während wieder Andere den Darmgasen eine ähnliche Rolle zuschrieben.*) Auch A. von Humboldt hat eine Erklärung zu geben versucht, die auf Druckunterschiede innerhalb und ausserhalb des Körpers beruht, aber doch mehr eine geistreiche anatomische Spitzfindigkeit ist, als den Thatsachen voll entspricht.

Damit sind die mechanischen Ursachen abgethan, und wir gehen nun zu den chemischen über. Durch unser Blut führen wir dem Körper Sauerstoff zu, während die sich entwickelnde Kohlensäure beim Athmen weggebracht wird. Daraufhin hat man nun gesagt, dass bei Verminderung des Luftdrucks die Kohlensäure den Sauerstoffgehalt des Blutes herabdrücke und so eine Vergiftung desselben veranlasse. Dann müsste sich aber schon bei geringeren Höhen die Bergkrankheit bemerkbar machen; man hat ferner bis jetzt keinen Beweis beigebracht, dass das Blut auf den Bergen kohlensäurehaltiger sei als im Thale; endlich kann man aus einem Mangel an Sauerstoff noch nicht auf eine Zunahme der Kohlensäurenmenge schliessen.

Es bleibt als Ursache somit nur der Mangel an Sauerstoff übrig. Die auf diese Anoxyhämie begründete Theorie hat bereits im Jahre 1861 Dr. Jourdanet aufgestellt, aber noch nicht genügend durch Beweise zu belegen vermocht. Gerade das Herbeischaffen dieser Beweise hatte Egli-Sinclair bei seiner Bergtour im Auge. Der Absorptionsmenge des Sauerstoffs ist die Röthung des Blutes oder die Menge des Hämoglobins proportional. Kann man also feststellen, dass sich letztere bei bergkranken Personen vermindert hat, so liegt hierin ein Zeichen für den ver-

*) v. Helmholtz hält, nach einer Mittheilung im deutschen Verein zur Förderung der Luftschiffahrt, plötzlichen Tod aus gleicher Ursache bei sehr hohen Ballonfahrten nicht für ausgeschlossen.

minderten Sauerstoffgehalt. Leider theilt Egli-Sinclair seine Untersuchungsmethode nicht mit, sodass dadurch die Resultate nicht genügend gesichert erscheinen. Er hat sie durch Beobachtungen an sich selbst und zwei anderen Personen erlangt, es zeigen die mitgetheilten Curven deutlich einen Zusammenhang zwischen dem Wohlbefinden und dem Hämoglobingehalt, d. h. dem Sauerstoffgehalt. Allerdings vermochte Egli-Sinclair nicht nachzuweisen, warum bei längerem Aufenthalt in grösseren Höhen der Sauerstoffgehalt wieder zunimmt.

Ein Resultat scheint endlich noch erwähnenswerth, dass nämlich der Gebrauch von ein bis zwei Gramm Phenacetin sehr gut wirkt. Dr. C. Kassner.

Nachtrag zu den Gesetzen des Segelfluges (Entgegnung). Herr Professor von Miller-Hauenfels verwahrt sich im Januar-Heft dieser Zeitschrift sehr entrüstet gegen den Vorwurf, dass seine mit wissenschaftlichem Pomp auftretenden unrichtigen Ausführungen über den Segelflug geeignet seien, Irrthümer in Laienkreisen hervorzurufen. Hierin erblickt er einen persönlichen Angriff. Ich bedaure, einen solchen in den gewählten Ausdrücken nicht finden zu können.

Was Herr Professor von M.-H. sonst ausser einer Menge persönlicher Angriffe Sachliches vorbringt, ist leicht genug zu widerlegen. So berechnet er den Winkel b der Flugbahn mit dem Horizont aus der Formel $tg\, b = \frac{A - Q}{B}$.

Hier bedeutet A die Schwerkraft, Q das Gewicht; $A - Q$ ist also die resultirende verticale Kraft. B ist der horizontale Flugwiderstand. Wo bleibt da die horizontale Antriebskraft T, welche den Flug-Widerstand überwindet?

Wenn oberhalb des Bruchstriches die Resultante der Kräfte steht, so muss unter demselben das nämliche der Fall sein; der Ausdruck müsste also $\frac{A - Q}{T - B}$ heissen, sonst sind die verglichenen Kräfte nicht gleichartig, und der Ausdruck hat überhaupt keinen Sinn.

Nun sind aber bei einer geradlinigen, gleichförmigen Flugbewegung, wie bei jeder geradlinigen, gleichförmigen Bewegung überhaupt, die sämmtlichen Kräfte im Gleichgewicht. D. h. die Hebekräfte sind gleich den Schwerkräften, die treibenden gleich den verzögernden Kräften. Es ist also $A - Q = 0$ und $T - B = 0$.

Der Flug kann hierbei aufwärts, horizontal oder abwärts gerichtet sein; die Berechnung der Richtung aus obigem Ausdruck, der in unserm Fall die Form $\frac{0}{0}$ annimmt, ist somit unmöglich. Hierin bedaure ich, auf meiner Meinung stricte verharren zu müssen. —

Sodann heisst es: „Der Segler hält beim Niederflug innerhalb der Welle die Flügel nach abwärts, um durch den unteren Luftdruck einen Vortrieb, folglich Arbeit zu gewinnen“ Pardon! die Arbeit kommt nicht aus der Luft, sondern vom Fallen, und die erreichten Geschwindigkeiten sind allemal geringer, als die im freien Fall erzielten. Man hat also nicht Arbeits-Gewinn sondern Verlust.

So wenig ein auf unnachgiebiger, schiefer Ebene reibungslos herabgleitender Körper aus seiner Unterlage Arbeit gewinnt, obwohl doch auch hier verticale Bewegung in horizontale verwandelt wird, so wenig, ja noch viel weniger ist dies in dem nachgiebigen, Arbeit-fressenden Medium der Luft möglich.

Weiter wird beanstandet, dass ich Steuer- und Stirnwiderstände vernachlässige. Aber mit diesen Wiederständen ist ja der Miller-Hauenfels'sche Segelflug erst recht unmöglich. —

Schliesslich wird mir vorgeworfen, ich nehme nur einen Durchschnittswinkel für den Wellenflug an. Ich habe allerdings in dem Ausdruck für den Arbeitsverbrauch einen mittlern Werth für diesen Winkel gesetzt. Hätte aber Herr Professor

v. M. H sich die Mühe genommen, den Artikel ganz durchzulesen, so würde er gefunden haben, nicht nur, dass ich den bezeichneten Winkel durchaus nicht als Constante behandelt habe, sondern auch, dass ich gegen die Manier, wie er diesen Winkel variiren lässt, einige Einwendungen mache. Man darf nämlich nicht, wie Herr v. H., für Niederflug und Aufflug je einen besonderen Stosswinkel annehmen, sondern nur für Wellenberg und Wellenthal. Die Umschaltung der Flügelstellung muss daher nicht am höchsten und tiefsten Punkt der Welle, sondern ungefähr dann erfolgen, wenn der Vogel jedesmal das mittlere Niveau passirt.

Dies folgt aus der Annahme eines Fluges in Wellen. An den nach unten gekrümmten Theilen der Flugbahn überwiegt die Schwerkraft; hier besteht also ein kleinerer Hebedruck auf den Flügeln, folglich ein kleinerer Luftstosswinkel; an den nach oben gekrümmten Theilen der Flugbahn hat man die grösseren Hebekräfte und die grösseren Luftstosswinkel. Ist diese Beziehung Herrn Professor von H. unbekannt? —

Soweit zur Sache! Auf die persönlichen Invectiven des Herrn von H. werde ich nicht antworten. Das Gesagte genügt.

v. Parseval.

Erörterungen über Langley's „Innere Arbeit des Windes". Der von uns im März/April-hefte besprochene Artikel von Langley ist begreiflicher Weise Gegenstand ziemlich lebhafter Discussion geworden. Von den 5 Autoren, deren Ansichten im Märzheft der „Aëronautics" mitgetheilt sind, bestätigt Mr. Carl Myers die von Langley beobachtete ungleichförmige „wellenartige" Bewegung der Luft im Winde; er sei selbst früher schon zu Ansichten gelangt, welche der Langley'schen Theorie nahe kommen, doch habe er sich darüber nicht öffentlich geäussert. De Volson Wood kritisirt den Ausdruck „Innere Arbeit des Windes" und will ihn einfach durch „streakiness" ersetzen (streaking-rain bedeutet Strichregen; streaks: wunderliche Launen). — Was die Sache selbst betrifft, so erklärt er sich durch Langley's Experimente und theoretische Argumentationen nicht für ganz überzeugt.

Prof. J. P. Church macht am Schlusse einer längeren Betrachtung über die Ungleichförmigkeit des Windes den zweckmässigen Vorschlag, selbstregistrirende Windappararate mit einem Ballon zu verbinden, wobei der Wechsel der Windrichtung wirklich eintreten müsste, weil ja doch anzunehmen sei, das der Ballon mit der mittleren Geschwindigkeit des Windes sich fortbewege.

Prof. J. B. Johnson kommt nach längeren, durch Diagramme unterstützten Betrachtungen zu folgenden, hier wörtlich wiedergegebenen Sätzen.

„a) Die ausserordentlich starken, von Langley gefundenen Schwankungen der Windgeschwindigkeiten sind exceptionell, und bilden nicht die Regel.

b) Selbst wenn Letzteres der Fall wäre, so würden die Geschwindigkeiten selbst noch als sehr selten bezeichnet werden müssen, während doch das Schweben der Vögel immer vorkommt.

c) Aber auch wenn solche Geschwindigkeiten häufig wären, so würden sie doch zu geringe relative Geschwindigkeit bedingen (etwa 3 oder 4 engl. Meilen die Stunde in dem vom Verfasser mitgetheilten Falle), um das Tragen der Vögel zu erklären.

d) Wenn die Langley'sche Theorie nicht ausreicht, um bei einem, mit der mittleren Geschwindigkeit des Windes fortrückenden Vogel das Schweben zu erklären, so ist dieses bei einem Vogel, welcher dabei über einer und derselben Stelle verharrt, in noch viel geringerem Grade der Fall.

e) Das „grosse Wunder" besteht vielleicht weniger darin, dass die Gelehrten das vorliegende Problem vernachlässigt haben, sondern darin, dass einer der grössten amerikanischen Gelehrten ernstlich jene Hypothese mit solchem Vertrauen aufstellen konnte."

Prof. H. A. Hazen meinte, dass ein guter Antheil der von Langley beobachteten Intensitätsschwänkungen des Windes sich aus der Aufhäufung der Luft vor Bewegungshindernissen erklären dürfte. Auf mehreren Luftfahrten hat er ferner mit Hülfe von herunterhängenden Gewichten oder kleinerer Fesselballons erkannt, dass Schwankungen der horizontalen Luftbegung auch in den höheren Schichten zwar vorhanden sein dürften, dass aber bei ihrer Kleinheit der Langley'sche Effect durchaus nicht abzuleiten sei. — Ueberdies hat Lancaster das Schweben der Vögel auch bei absoluter Windstille beobachtet.

Sprung.

Die Militär-Luftschiffahrt in der Schweiz. Durch das schweizerische Bundesgesetz betreffend die Organisation des Bundesheeres ist nach Artikel 6 für den Auszug (Feld-Armee) auch eine Luftschiffer-Compagnie gebildet worden. Die kriegsmässige Zusammensetzung derselben ist nach Tafel XXVII. folgende:

	Offiziere.	Unt.-Offiziere u. Soldaten.	Reitpferde.
Hauptmann	1	...	1
Oberlieutenant oder Lieutenant (wovon 1 Maschineningenieur unberitten)	2 — 3	...	2
Unteroffiziere (wovon 1 beritten)		6	1
Trainunteroffiziere		3	3
Soldaten (einschl. Specialarbeiter)		31	—
Trainsoldaten (wovon 1 Trompeter), Reserve u. Landwehr		30	1
Summa:	3 — 4	70	8

Fuhrwerke und Zugpferde der Compagnie.

1	sechsspänniger Kabelwagen	6 Zugpferde
1	vierspänniger Ballonwagen	4 „ „
9	vierspänige Cylinderwagen	36 „ „
2	zweispännige Requisitionswagen	4 „ „
1	Wasserstoffgenerator (unbespannt)	— „ „
	Summa:	50 Zugpferde

In Summa beträgt die Stärke demnach 3 — 4 Offiziere, 70 Unt.-Offiziere und Soldaten, 8 Reitpferde, 50 Zugpferde und 14 Wagen.

Dem Vernehmen nach ist man dabei, die Truppe in der richtigen Stärke (ausschlieslich Train) zu bilden.

Moedebeck.

Neuere deutsche Reichspatente auf aröonautischem Gebiete*). Patentertheilungen. Kl. 77. Nr. 70240. Luftschiff mit Lenkvorrichtung. G. Junius in Altona. 28. Juli 1892. — Nr. 70409. Flugmaschine mit zwei an derselben befestigten Flügeln. Rudolf Chillingworth in Nürnberg. 25. März 1892. — Nr. 70690. Luftschiff. Augusto Severo d'Albuquerque — Maranhaô in Paris. 18. Januar 1893. — Nr. 70746. Luftschiff mit Lenkvorrichtung. C. F. Billwiller in Hottingen-Zürich. 15. Januar 1893. — Nr. 70783. Flugmaschine. Federico Capone in Altavilla (Irpina, Italien). 15. September 1891. — Nr. 71143. Mit Flügeln ausgerüstetes Luftschiff in Bootsform. Dr. Ozegowski in Ostrowo (Posen). 17. Januar 1893. — Nr. 71170. Kugelballon mit einer bei Verletzungen der äusseren Hülle die Gasausströmung verhindernden Schotteintheilung. Naum Zisarsky in Wien. 7. Februar 1893. — Nr. 71599. Zum Tragen von Personen bestimmter Drachen. Otto Schubert in Hannover. — Nr. 71799. Zusatz zum Patente Nr. 70409. 7. März 1893. — Nr. 7190?.

*) Vergl. S. 30 u. 282 d. vorig. Jahrg. d. Zeitschrift.

Segelrad für Flugmaschinen. Georg Wellner in Brünn. 23. April 1893. — Nr. 72100. Luftschiff mit einem aus zwei getrennten granatenförmigen Gasbehältern bestehenden Ballon. Armand le Compagnon in Paris, Wittwe Zelie Fancillon, née Bachelet, Georg Joseph Prosper Dubois in Lille und Emile Aleide Royaux in Le Forêt (Pas de Calais, Frankreich). 21. Januar 1892. – Nr. 72902. Ein durch einen am hinteren Ende angesaugten, nach hinten ausgestossenen Luftstrom zu bewegendes Luftschiff. Firma Hüttner, Walter & Co. 23. December 1892. — Nr. 73322. Luftschiff mit Luftwiderstandsschirm. Wilhelm van de Voorde und Carl Bugkel in Wien.

Berichtigung. In dem Artikel des vorigen Heftes: „Die luftelektrischen Messungen bei der 11. Fahrt des Ballons „Phönix" am 17. Februar 1894" ist auf S. 99 Zeile 23 von oben statt „stark positiv geladen" zu lesen: stark negativ geladen.

Litterarische Besprechungen.

Sohncke und **Finsterwalder:** Zwei wissenschaftliche Nachtfahrten des Münchener Vereins für Luftschiffahrt (2. und 8. Juli 1893). — Beobachtungen der meteorologischen Stationen in Bayern. Bd. XV. 1893.

Bei den geringen Erfahrungen über die meteorologischen Verhältnisse in den höheren Schichten der Atmosphäre zur Nachtzeit verdient der Plan des Münchener Vereins für Luftschiffahrt, eine Reihe von Nachtfahrten zur Erforschung dieser Verhältnisse zu unternehmen, durchaus Billigung und Anerkennung. Ueber die beiden ersten dieser Fahrten liegt nunmehr eine ausführliche Bearbeitung durch die Professoren L. Sohncke und S. Finsterwalder vor; eine Uebersicht der durch dieselben gewonnenen Resultate sei im Folgenden gegeben.

Die Fahrten wurden mit dem 1540 cbm fassenden Ballon Herder ausgeführt. Die wissenschaftliche Ausrüstung desselben war bei beiden Fahrten dieselbe. Zur direkten Ablesung dienten ein Fahraneroid der K. B. Luftschifferlehrabtheilung und ein Aspirationspsychrometer mit Balgbetrieb; letzteres hing an einer Stange am Gondelrande in einer mittleren Entfernung von 60—70 cm von der Korbwand und wurde zur Ablesung bis auf etwa 30 cm herangezogen, wobei die Aspiration eingestellt wurde, um das Einsaugen von warmer Luft aus der Nähe des Korbes zu vermeiden Es dürfte aber zweifelhaft erscheinen, ob nicht diese Methode der Ablesung gegenüber der bei den Fahrten des Berliner Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt befolgten Fernrohr-Ablesung im Nachtheil ist; auch dürfte die ziemlich geringe Entfernung des Instrumentes vom Korbe nicht alle Strahlungseinflüsse ausschliessen. Ausser diesen der direkten Beobachtung dienenden Instrumenten wurde eine photographische Registrierung eines Instrumentensatzes, bestehend aus Aneroid, Uhr und aspiriertem trockenen und feuchten Thermometer, vorgenommen. Die Instrumente hängen etwa 1,2 m vom Korbe entfernt an dem horizontalen Arm eines Galgens; die Beleuchtung derselben geschieht mittelst zweier Glühlampen, welche nur während der 12—15 Secunden dauernden Exposition zum Leuchten gebracht werden. Die Negative werden auf Eastman-Film erzeugt, welches in einem mehrere Meter langen, 7 cm breiten Streifen auf 2 Rollen auf- bezw. abgewickelt wird. Es konnte mit Bequemlichkeit etwa alle 2 Minuten eine Aufnahme gemacht werden. Diese Einrichtung erscheint ja ganz sinnreich, ob sie aber zweckentsprechend genannt werden kann, ist eine andere Frage; es würde hier zu weit führen, auf alle fraglichen Einzelheiten aufmerksam zu machen. — Endlich besorgte noch ein am Ringe aufgehängter Richard'scher Barograph die Registrirung des Barometerstandes.

Von den beiden Fahrten, die am 2. bezw. 8. Juli unternommen wurden, verdient die zweite als die länger ausgedehnte wohl das grössere Interesse. Die Wetterlage war bei beiden anscheinend nahezu die gleiche; beide Fahrten vollzogen sich recht im Centrum eines Barometermaximums, beidemal waren an den Vortagen Gewitterregen gefallen, während die Nacht selbst wolkenlos war und ihr ein völlig wolkenloser warmer Tag folgte. Die bei den Fahrten gewonnenen Beobachtungen lassen indess eine erhebliche Verschiedenheit beider Wetterlagen erkennen.

Die erste Fahrt wurde vom Premierlieutenant Freiherrn von Weinbach geleitet. Die Beobachtungen führten die Bearbeiter der Fahrten aus. Die ganze Fahrt dauerte nur 2 Stunden, von 1^{5} Uhr bis 3^{15} Uhr Morgens, da der Ballon trotz häufigen Ballastauswurfes ständige Neigung zum Sinken zeigte; die Maximalhöhe lag nur 900 m über der Abfahrtstelle (1400 m über dem Meeresspiegel). Die Beobachtungen werden vollständig mitgetheilt. es liegen solche vor von 25 verschiedenen Zeitpunkten, und zwar teils direkte Ablesungen, teils Registrierungen An sämmtlichen Zahlen sind bereits die erforderlichen Correctionen vorgenommen; diese erscheinen indess bei dem photographierten, befeuchteten Thermometer etwas gewagt. Es hatte sich nämlich herausgestellt, dass die Ventilation nicht stark genug war, um es auf den richtigen Stand abzukühlen. Um den Fehler zu eliminieren, wurde bei dér zweiten Nachtfahrt 15 mal gleichzeitig photographiert und direkt beobachtet, die mittlere Differenz zwischen beiden Werthen beträgt —0,56°; ebenso wurden im Zimmer sechs gleichzeitige Beobachtungen ausgeführt und zwar bei psychrometrischen Differenzen von 3,5°, 5° und 6°; die mittlere Differenz schwankt zwischen —0,27° und —0,60°. Ausser diesen Mitteln wurden nun noch von der ersten Fahrt sämmtliche während des Aufstiegs gewonnene Ablesungen bezw. Registrierungen, die aber von verschiedenen Zeitpunkten herrühren, zur Bildung einer mittleren Differenz verwerthet; dieselbe betrug —1,0°. Aus allen diesen recht stark von einander abweichenden Zahlen ist nun eine mittlere Corection von —0,47° an die Angaben des photographierten feuchten Thermometers angebracht worden.

Bei der Bearbeitung der Ergebnisse ist die Annahme gemacht worden, dass sämtliche Beobachtungen gleichzeitig in verschiedenen Punkten einer und derselben verticalen Luftsäule angestellt seien; bei Berücksichtigung der kurzen Fahrtdauer und des Umstandes, dass die Luftdruckcurve in München während der ganzen Zeit unveränderten Druck, die Temperaturcurve aber nur ganz geringe Schwankungen gezeigt hat, darf diese Annahme wohl als berechtigt angesehen werden. Die Temperatur stieg in dieser Luftsäule von 14,5° am Erdboden auf 18,8° in 310 m Höhe, um dann wieder stetig bis auf 13,5° in 885 m abzunehmen. Der Nachweis eines Temperaturmaximums in einer relativen Höhe von etwa 300 m wird als eins der wichtigsten Resultate dieser Fahrt angesehen; um so mehr, als nach den bisherigen Beobachtungen auf dem Eiffelthurm das Monatsmittel der Mitteltemperaturen zwischen Mitternacht und 4 Uhr Morgens sein Maximum stets weit unterhalb 300 m zu liegen hat. Zu interessanten Folgerungen führte auch die Berechnung der potentiellen Temperaturen am Erdboden, deren Mittelwert 21,7° beträgt; die unter der Voraussetzung, dass, von dieser Temperatur ausgehend, die Temperaturabnahme streng adiabatisch stattgefunden, d. h. 0,993° für je 100 m betragen hätte, ermittelten Temperaturen stimmen zwischen 275 und 900 m mit den wirklich beobachteten so nahe überein, dass in diesem Bereich die Temperaturabnahme thatsächlich als adiabatisch angesehen werden kann. Auch bei der relativen Feuchtigkeit ergab sich oberhalb 300 m eine solche Uebereinstimmung zwischen berechneten und beobachteten Werthen, dass sich der Gesamtzustand dieser oberen Luft thatsächlich als solcher erweist, wie er durch adiabatisches Aufsteigen entstehen muss. Was im übrigen die relative Feuchtigkeit anbetrifft, so sinkt dieselbe mit zunehmender

Höhe zunächst fast stetig von 85 — 49%, um alsdann von 430 m an bis zum höchsten Punkt der Fahrt ziemlich stetig auf 72% zu steigen.

Beachtenswerth ist der Umstand, dass der Werth 21,7° der potentiellen Temperatur am Boden genau gleich der Mitteltemperatur des Vortages (1. Juli), von Sonnenauf- bis Untergang, ist. Hiernach wird zur Erklärung der ganzen Temperaturvertheilung der folgende Vorgang angenommen: die im Laufe des Tages am Boden erwärmte Luft sei aufgestiegen und durch herabsinkende kühle ersetzt worden, so dass dadurch bis weit hinauf die Luft die zur Anfangstemperatur 21,7 der tiefsten Luftschicht gehörige adiabatische Temperaturvertheilung angenommen hat. Diese adiabatische Temperatur ist den Luftmassen oberhalb 300 m verblieben, sie haben also keine Wärme verloren. Hingegen haben die zwischen dem Boden und 300 m Höhe liegenden Luftmassen eine erhebliche Abkühlung erfahren; die Wärmemenge, welche jeder Luftsäule von 1 qm Querschnitt im Laufe der Nacht verloren gegangen ist, berechnet sich zu 255 Kilogramm—Calorieen.

Die zweite Fahrt fand unter derselben Führung statt, während die Beobachtungen von Professor Dr. Vogel und Dr. Emden angestellt wurden. Sie währte von 2^{28} Uhr bis 8^{32} Uhr Morgens und es wurden in dieser Zeit 202 km zurückgelegt. Die Landung erfolgte in der Nähe von Stuttgart.

Beobachtungen wurden zu 98 verschiedenen Zeitpunkten angestellt und werden wieder in extenso mitgetheilt. Aus der Discussion derselben ergiebt sich, dass oberhalb 800 m leicht 5 Schichten getrennt werden können, welche die Verfasser durch folgende Erscheinungen charakterisieren:

1. zwischen 800 und 1100 m eine vollkommen isotherme Schicht von 17,8°, in welcher der Dunstdruck ziemlich regelmässig von 6,5 mm auf 4,5 mm, die relative Feuchtigkeit von 43% auf 30% abnimmt; Windgeschwindigkeit ca. 14 m.
2. zwischen 1100 und 1320 m eine Schicht unregelmässiger, aber rascher nnd im Durchschnitt adiabatischer Temperaturabnahme von 17,8 auf 15,5°, während der Dunstdruck der Adiabate entsprechend von 4,5 mm auf 4,4 mm fällt (rel. Feuchtigkeit steigt von 30 auf 33,5%); Windgeschwindigkeit 5,6 m.
3. zwischen 1320 und 1500 m eine ziemlich isotherme Schicht von 15,5° mit abnehmendem Dunstdruck von 4,4 auf 2 mm (rel. Feuchtigkeit sinkt von 33,5% auf 15%); Windgeschwindigkeit 21,0 m.
4. zwischen 1500 und 1730 m eine isotherme Schicht von 15,5° und constantem Dunstdruck 2,0 mm (rel. Feuchtigkeit 15%); Windgeschwindigkeit 6,4 m.
5. zwischen 1730 und 2075 m eine Schicht mit unregelmässiger, im Ganzen adiabatischer Temperaturabnahme von 15,5° auf 12,0° und entsprechend schwach abnehmendem Dunstdruck von 2,0 mm auf 1,9 mm (rel. Feuchtigkeit steigt von 15% auf 18%); Windgeschwindigkeit 3,5 m.

Hiernach sind also, wie es sein muss, die isothermen Schichten 1 und 3 mit rascher Feuchtigkeitsabnahme rasch, die adiabatischen Schichten langsam bewegt. Leider dürfen wir auf Grund der von uns vorgenommenen Prüfungen der einzelnen Angaben über die Windgeschwindigkeiten in den verschiedenen Schichten mit unserem Misstrauen über die Richtigkeit derselben nicht zurückhalten.

Die tieferen Schichten, unter 800 m, zeigen nahezu constanten Duustdruck, der nur in der Nähe des Bodens, ebenso wie die Temperatur, merklich schwankte, in der vom Ballon lange innegehabten Höhe von 640 — 660 m kamen Temperaturen zwischen 13,6 und 16,9° vor. Das Maximum der Temperatur wurde wieder bei etwa 300 m erreicht; nur war bei dieser Fahrt dasselbe in einer 300 m dicken Schicht

nahezu gleichförmig. Zur Erklärung dieser isothermen Schicht wird angenommen, dass dieselbe, ebenso wie am 2. Juli, durch Abkühlung vom Boden her aus einer ursprünglich adiabatischen Schicht entstanden ist, deren Rest sich noch über 1100 m erhalten hat. Die Berechnung der potentiellen Temperatur und Feuchtigkeit führt zu keinem widersprechenden Ergebniss. Schwieriger gestaltet sich die Erklärung der höheren Schichten, zunächst der zwischen 1730 und 2075 m. Will man an der Annahme festhalten, dass alle Luft in ständigem Kreislauf vom Boden zur Höhe und umgekehrt begriffen ist, so muss man voraussetzen, dass die obere adiabatische Schicht beim Aufsteigen vom Boden das Condensationsstadium durchlaufen und dabei Feuchtigkeit abgegeben hat, und dass sie in ihre jetzige Lage durch den absteigenden Luftstrom des Barometermaximums gebracht worden ist. Die Condensation müsste dann bei — 17° in etwa 5000 m Höhe eintreten. Der absteigende Luftstrom besitzt dann auffallend niedrige Temperaturen, 0° schon bei 3300 m Meereshöhe.

Die Versuche zur Erklärung der 3. und 4. Schicht scheinen nicht begründet genug, um hier angeführt zu werden. Es möge nur noch erwähnt werden, dass die Fahrtcurve, deren Projection eine Krümmung nach rechts aufweist, mit dem Umstande übereinstimmt, dass die Fahrt in einem Barometermaximum stattfand. Zweifellos dürften durch eine Reihe ähnlicher Fahrten die bisher gewonnenen Beobachtungen ergänzt bezw. berichtigt und dadurch unsere Kenntnisse von dem Zustand der Athmosphäre zur Nachtzeit überhaupt in werthvoller Weise gefördert werden. Dr. Koebke.

L'aéronaute. 1893 No. 7. Juli.: Flugversuche, nach dem Engineering vom 5. und 19. Mai 1893, die in England ausgeführten Versuche mit einer Flugmaschine von Horatio Phillips betreffend.

Diese Versuche müssen als die bedeutendsten der Neuzeit betrachtet werden und verdienten wohl eine eingehendere Behandlung. Während der bekannte Ingenieur Maxim mit grossen Unkosten im Jahre 1891 einen Drachenflieger baute, der ein Jahr später durch einen Windstoss umgeworfen zertrümmerte, hat Phillips nach jahrelanger Arbeit eine gleiche Flugmaschine construirt, die viel weniger unangenehmen Zufällen durch böige Winde ausgesetzt ist. Der Constructeur erreichte dies Resultat dadurch, dass er nach dem ehemaligen Vorschlage Wenham's (1866) viele kleine Tragflächen übereinander setzte. Jede einzelne ist 5,8 m lang, 38 mm breit und in ihrem Querschnitt stark parabolisch gekrümmt. Der ganze Tragflächen-Körper macht, wie der Engineering treffend bemerkt, den Eindruck einer grossen Jalousie, die in einen Rahmen aus Stahl eingespannt ist. Dieser Körper von 5,5 × 2,4 qm Fläche ist auf einem bootartig geformten mit 3 Rädern versehenen Wagen aufgesetzt, der ausserdem eine kleine Compound-Maschine mit Kessel und einen Propeller von 1,98 m Durchmesser trägt. Der ganze Apparat wiegt 163 kg.

Bei den Versuchen lief dieser Drachenflieger in einer kreisförmigen Bahn von 60 m Durchmesser, an deren Mittelpunkt er durch Drähte befestigt war. Bei einer Belastung von 25 kg. und einer Geschwindigkeit von 64 km per Stunde soll es beinah 300 m zurückgelegt haben, ohne dass die beiden hinteren Räder die Bahn berührten. Die Tragkraft seiner Flächen berechnet Phillips auf 12 kg pro qm. Die Hubkraft erklärt er durch eine über der convexen Fläche seiner Ebenen entstehenden Luftverdünnung (!!). Seine Tragflächen stehen nämlich horizontal und wird der vorderste stark gekrümmte Rand der convexen Fläche zunächst vom Luftwiderstand getroffen. Die Krümmung veranlasst die auftreffende Luft aufwärts abzuweichen. Hierdurch wird oberhalb eine Art Vacuum erzeugt, welche es der in der concaven Höhlung befindlichen Luft ermöglicht, ihre Tragkraft zu äussern. Diesen Anschauungen von Phillips kann sich Recensent nicht anschliessen.

Studie über Wolkenphotographie von Dr. Alfred Angot. Verfasser erwähnt die Nothwendigkeit, Wolken zur Feststellung ihrer Höhen zu photographiren und geht hierauf näher ein auf die hierfür angewendeten Methoden von Hildebrandson in Upsala, Garnier in Boulogne sur Seine und Riggenbach in Basel. Zum Schluss theilt er uns seine eigenen Erfahrungen in der Wolkenphotographie mit.

Französische Luftschiffahrts-Gesellschaft, Sitzungsbericht vom 20. April 1893.

Mck.

L'aéronaute. 1893. No. 8. August. Rede des Senators Spuller, Präsident der französichen Luftschiffahrts-Gesellschaft, während der Sitzung am 6. Juli 1893. Die Rede enthält einen geschichtlichen Rückblick auf die Zeit der Belagerung von Paris im Jahre 1870/71 und bringt insbesondere verschiedene interessante Einzelheiten über die Ballonfahrt Gambetta's. Mck.

L'aéronaute. 1893. No. 9. September. Der aëronautische Congress zu Chicago. Der Aufsatz enthält eine Aufzählung aller hierbei zur Verlesung gekommenen Druckschriften. — Maurice Mallet: Ueber einen Versuch mit einer vertical wirkenden Luftschraube. Der bekannte Luftschiffer hat am 14. Juli bei einer Ballonfahrt eine solche Schraube erprobt. Dieselbe hatte 2,3 m Durchmesser und konnte 100 Touren in der Minute machen. Die hebende Kraft der Luftschrauben hat sich jedes Mal auf den Auftrieb des Ballons geltend gemacht. Die nebenbei entstehende Drehung des Ballons um seine Verticalachse soll nicht störend gewesen sein.

Französische Luftschiffer-Schule, gegründet durch die französische Luftschiffahrts-Gesellschaft. Es folgen die Satzungen derselben. Aus ihnen geht die Organisation derselben hervor. Die Lehrer werden aus der Gesellschaft und durch diese jährlich ernannt. Unterrichtet wird in Geometrie mit ihrer Anwendung auf die Luftschiffahrt, ferner in gleichem Sinne in den Elementen der Physik, Chemie und Meteorologie, über Anfertigung von Diagrammen und Aufnahmen nach Bord-Notizen, über aëronautische Manöver, elementare Physiologie, Seilerarbeiten und Takelage, elektrische und optische Telegraphie, aëronautische Zeichen, Elemente der Photographie und endlich über Aviation. Die Schüler werden am Schlusse des Cursus geprüft und erhalten nach bestandenem Examen den besonderen Namen, „Luftschiffer-Schüler der französischen Luftschiffer-Gesellschaft."

Sitzungsprotokolle der französischen Luftschiffer-Gesellschaft vom 4. Mai, 18. Mai, 1. Juni und 15. Juni. Mck.

Vereinsnachrichten.

Flugtechnischer Verein in Wien.

Auszug aus dem Protokoll der 94. Vollversammlung vom 15. Decbr. 1893.

Die Versammlung wird vom Vorsitzenden, Herrn Ritter von Loessl eröffnet worauf das Protokoll der letzten Vollversammlung vom 1. December durch den Schriftführer Herrn Bosse verlesen wird.

Der Vorsitzende ertheilt das Wort an Herrn Hauptmann Hoernes zum Berichte über den ersten Aufstieg des Vereinsballons „Ferdinand Karl". — Der Vortragende schildert nach kurzem Bericht über die Herstellung des Ballons die Vorbereitungen zur Auffahrt, seine Luftreise in Begleitung der Herren Dr. Jäger und Dr. Margules

und schliesslich die glückliche Landung nach dreistündiger Fahrt nächst Damirow bei Czaslau. Er constatirt, dass sich sowohl das Material des Ballons wie dessen constructive Ausrüstung auf's beste bewährt haben.

Der Vorsitzende verliest nun ein vom Protector des Vereins, dem Durchlauchtigsten Fürsten Herrn Erzherzog Ferdinand Karl gelegentlich dieser Probefahrt eingelangtes Glückwunsch-Telegramm und ersucht sodann Herrn Prof. Wellner den angekündigten Vortrag über seine Segelradflugmaschine halten zu wollen. — Der Vortragende spricht zuerst über die freundliche Aufnahme, welche sein Project sowohl im Ingenieur- und Architekten-Vereine in Wien, wie kurz darauf in den aëronautischen Vereinen zu München und Berlin gefunden habe, und erörterte hierauf unter Vorführung eines kleinen Demonstrations-Modelles die Vortheile, welche das Segelrad in seiner Anwendung gekrümmter Flächen für die Flugtechnik in Aussicht stellt. — Diese Ausführungen wurden mit allseitigem Beifalle entgegengenommen und gaben zum Schlusse Anlass zu einer animirten Discussion, an welcher sich die Herren Kress, v. Hirst, Milla und Jarolimek betheiligten. — Nachdem der Vorsitzende Herrn Prof. Wellner den verbindlichsten Dank für seinen interessanten Vortrag ausgesprochen hat, erfolgt Schluss der Versammlung um ½10 Uhr.

v. Loessl. W. Bosse.

Auszug aus dem Protokoll der 95. Voll-Versammlung vom 12. Januar 1894.

Die Sitzung wird vom Obmann Herrn Oberingenieur Ritter von Loessl eröffnet und hierauf dem Herrn Oberlieutenant Franz Hinterstoisser des Eisenbahn- und Telegraphen-Regimentes das Wort zu dem angekündigten Vortrage „Ueber das Photographiren aus dem Ballon" ertheilt. — Der Vortragende giebt ein kurzes Resumé über die geeignetsten Platten und Apparate, sowie über die Befestigungsart der letzteren am Ballonkorbe und deren Winkelstellung zum Aufnahmeobject. Er erläutert nach seinen Erfahrungen, dass photographische Aufnahme vom Captiv-Ballon im allgemeinen ungünstiger ausfallen als solche vom freien Ballon, dass die Klarheit der Bilder weniger von der jeweiligen Entfernung als von der Reinheit und Durchsichtigkeit der Atmosphäre abhängt und dass man in diesem speciellen Zweige der Photographie bereits zu ganz erspriesslichen Resultaten gelangt sei. — Zur Illustrirung des Vortrages werden eine Anzahl bezughabender Photographien wie auch graphischer Aufnahmen zur Besichtigung vertheilt und nach Schluss desselben unter allgemeinen Beifallskundgebungen der wärmste Dank durch den Vorsitzenden ausgesprochen. — Herrn Oberingenieur Ritter v. Loessl knüpft an diesen Vortrag die Mittheilung, dass er gelegentlich einer kürzlichen Reise nach München Fühlung mit dem dortigen aëronautischen Verein gesucht und insbesondere bei dem Präsidenten desselben, Prof. Sohncke, freundliche Aufnahme gefunden habe. Derselbe habe ihm unter Andern auch einen sehr interessanten Apparat des Prof. Finsterwalder vorgezeigt, welcher durch eine höchst einfache Manipulation für jeden beliebigen Zeitpunkt eine photographisch-fixirte Ablesung des jeweiligen Barometer-, Thermometer- und Uhrstandes ermöglicht und damit die schwierige gleichzeitige Controllirung dieser drei wichtigen Factoren für Ballonfahrten auf ein paar Handgriffe reducirt· Herr v. Loessl giebt durch Zeichnung an der Tafel und eingehende Erklärung der Details ein ausführliches Bild dieses ebenso sinnreichen wie einfachen Apparat. — Herr Baurath Ritter v. Stach theilt mit, er habe sich an Herrn Lilienthal in Berlin wegen Ueberlassung eines seiner bekannten Flugapparate gewendet und von letzterem die Antwort erhalten, dass schon von verschiedenen Seiten ähnliche Aufträge an ihn ergangen seien und er die Herstellung gern übernehmen wolle, der Preis würde sich auf etwa 400 Mark stellen. Bezüglich Instruirung einer den Flug ausführenden Person hoffe er im Frühjahr selbst nach

Wien zu kommen und hier günstige Gelegenheit zu finden, seinen Apparat persönlich versuchen zu können.

Beide Mittheilungen werden mit lebhaftem Beifall zur Kenntniss genommen und erfolgt hierauf Schluss der Versammlung halb 9 Uhr.

v. Loessl. W. Bosse.

Protokoll der 7. (144.) Sitzung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt vom 22. Januar 1894.

Vorsitzender: Prof. Assmann. Schriftführer: Berson.

Der Vorsitzende eröffnet die Sitzung um $7^3/_4$ Uhr, indem er zunächst mittheilt, dass Herr Major Nieber, Commandeur der Kgl. Militair-Luftschiffer-Abtheilung dem Verein beigetreten ist. Des Weiteren wird mitgetheilt, das eine Ergänzung des Bibliotheks-Kataloges demnächst in Druck kommen und den Mitgliedern zugehen soll, dass Herr Dr. Kremser auf weitere 3 Jahre die Redaction der Vereinszeitschrift übernommen hat und dass die letztere von nun an über die wissenschaftlichen Ballonfahrten regelmässig vorläufige kurze Berichte, ausser der nun begonnenen ausführlichen Veröffentlichung der Ergebnisse, bringen wird.

Hierauf nimmt Herr Lilienthal zu dem angekündigten Vortrage das Wort.

Der Redner entwickelte in seinem Vortrage die Gesichtspunkte für die Veranstaltung seiner Segelflug-Versuche und führte zum Schluss einen seiner neueren Segelapparate vor.

Er führte aus, dass der Einzelflug das zunächst zu erstrebende Ziel sei. Je grösser die Flugmaschinen würden, desto schwerer sei, wie die Natur uns schon an den grossen fliegenden Vögeln zeige, der Aufflug, desto schwerfälliger gestalte sich die Herstellung der Trageflächen und ausserdem sei es unmöglich, den Wind mit Flügeln zu bekämpfen, welche nicht mehr durch einen einzigen Mann regiert werden könnten. Dem von ihm vertretenen Princip des Vogelfluges stehen jene Fliegeprincipien gegenüber, welche auf rotirender Bewegung basiren, namentlich Luftschrauben, Schaufelräder und durch rotirende Propeller angetriebene Drachenflieger. Schrauben und Räder, welche eine direkte Erhebung von der Erde bewirken sollen, hält L. für unvertheilhaft in der Wirkung, weil die Schrauben ihre grössere Tragfähigkeit nur an der schnell rotierenden Peripherie besitzen und Schaufelräder immer nur mit höchstens der Hälfte der Schaufel in Action stehen, sodass bei beiden Systemen viel todte Last mitgetragen werden müsste. Bei den Drachenfliegern aber würde durch die rotirende Antriebvorrichtung die sonst so gute Hebewirkung dadurch zerstört, dass in unmittelbarer Nähe der Tragefläche die Luft in Wirbel verwandelt werde.

Die durch die Luft getriebene schwach geneigte Drachenfläche sei die beste Fliegemethode, nur dürfe man ihren Antrieb nicht durch Propeller bewirken, welche die Tragfähigkeit der Fläche beeinträchtigen, und deshalb dürften die Antriebvorrichtungen nicht in dem von der Fläche durchflogenen Luftstrome liegen, sondern müssten rechts und links seitlich von demselben in Thätigkeit treten. Hieraus ergäbe sich ohne weiteres das Princip des Vogelfluges, bei dem der mittlere Flächentheil mit wenig Auf- und Niederbewegung als Segelfläche diene, während die Flügelspitzen mit den Schwungfedern den vorwärtstreibenden Propeller darstellen ohne die Segelwirkung zu beeinträchtigen.

L. hat zuerst versucht sogleich einen solchen Ruderflug-Apparat anzuwenden, gewann aber bei den Experimenten mit demselben die Ueberzeugung, dass es unmöglich sei, gleich von vornherein mit einem solchen, so vielen Anforderungen genügenden Apparate in der freien Luft zu operiren. Die gefährliche Wirkung des

Windes auf so grosse zum Tragen eines Menschen erforderliche Flügelfläche zwang ihn, zunächst von der Eigenbewegung der Flügel abzusehen und die Aufgabe dahin zu vereinfachen, dass er auf den horizontalen Flug verzichtete und durch Segelflüge von erhöhtem Punkten herab zunächst die wirkungsvolle Bekämpfung des Windes studirte.

Ein solcher zu diesen Segelflügen benutzter Apparat wurde vom Vortragenden gezeigt. Der Apparat bestand aus einem Gerüste von Weidenholz, überzogen mit Shirting und hatte ausgebreiteter Vogelflügel. Am hinteren Ende trug der Apparat ein feststehendes verticales Steuer, um die bessere Einstellung gegen den Wind zu ermöglichen, weil derartige Segelflüge immer gegen den Wind ausgeführt werden müssen. Um das Umschlagen des Apparates zu verhindern, war hinten eine horizontale Steuerfläche angeordnet. Die Segelfläche betrug 15 qm, das Gewicht 20 kg. Der Apparat wird nach Einlegen der Unterarme zwischen Polster einfach mit den Händen ergriffen. Mehrere der Anwesenden nahmen die Stellung im Apparate ein und äusserten sich über die bequeme Handhabung desselben.

An der sich anschliessenden lebhaften Discussion betheiligten sich ausser dem Vortragenden Herr Ingenieur B. Meyer aus Gleiwitz, der insbesondere die Frage der Flügelbewegung besprach, Herr Postsecretär Zorn u. a.

Herr Berson machte hierauf noch einige Zahlenangaben über die Ballonfahrten vom 2. und 15. Dezember (Siehe „Zusammenstellung der bis Januar 1894 ausgeführten Fahrten“ im Heft I. dieses Jahrganges), wegen der Fahrt vom 12. Januar auf den vorläufigen Bericht (ebenda) verweisend.

Zum Schluss gab Herr Professor Assmann eine Uebersicht über die Vertheilung der bisher vorliegenden Beobachtungen bei den Ballonfahrten des Vereins auf die Jahreszeiten und Tagesstunden. Eine ähnliche Zusammenstellung soll demnächst in der Zeitschrift veröffentlicht werden.

Hierauf wurde gegen $9^1/_4$ Uhr die ordentliche Sitzung geschlossen und nach kurzer Pause die

General-Versammlung

eröffnet.

In derselben erstattete zunächst der Vorsitzende den Bericht über das abgelaufene Vereinsjahr, aus welchem hier nur soviel mitgetheilt sei, dass in demselben 6 ordentliche Sitzungen und eine General-Versammlung stattfanden, in denen 14 Vorträge und Berichte gehört wurden, dass 16 grosse Freifahrten der Ballons „Humboldt“ und „Phönix“ ausgeführt wurden, und dass am Schlusse des Jahres der Verein 40 hiesige und 62 auswärtige Mitglieder zählte. Hiernach wurde der Bericht der Kassenrevisoren, der Herren Zorn und Dr. Priem, entgegengenommen und dem Schatzmeister Dr. Lachmann, dem Antrage der Revisoren gemäss, Decharge ertheilt. Bei den darauf statutenmässig vorgenommenen Wahlen zum Vorstande und zum technischen Ausschusse wurden zunächst beinahe mit Stimmeneinhelligkeit wiedergewählt: die Herren Prof. Assmann zum 1., Prof. Müllenhof zum 2. Vorsitzenden, Lilienthal und Berson zu Schriftführern, Dr. Lachmann zum Schatzmeister und Prlt. Gross zum Bücherwart. In den technischen Ausschuss, dem statutengemäss der Redacteur der Zeitschrift Dr. Kremser angehört, wurden ferner entsendet die Herren Lilienthal, Prlt. a. D. Richter, Prlt. Gross, Dr. Pringsheim.

Die Versammlung wurde nach 10 Uhr geschlossen. Berson.



Allgemeine Gesichtspunkte bei Herstellung und Anwendung von Flugapparaten.

Von **Otto Lilienthal.**

Die Flugtechnik kommt nach und nach aus dem Stadium der Projectmacherei heraus. Immer häufiger hört man von praktischer Bethätigung auf dem Gebiete des Fliegens. Diese erfreuliche Thatsache regt dazu an, die allgemeinen Gesichtspunkte, welche der Constructeur von Flugvorrichtungen im Auge haben muss, näher zu beleuchten.

Die letzten Jahre haben wesentlich zur Klärung der Anschauungen über die Theorie des Fluges beigetragen, und es ist daher angebracht, dass wir einen für die Entstehung neuer, fruchtbarer Ideen unbedingt erforderlichen Uebergang von der Theorie zur Fliegepraxis jetzt durchzuführen suchen. Wenn auch das Endziel unserer Wünsche, ein freier, dauernder Flug nicht gleich erreicht werden kann, so ist es doch wichtig, irgend etwas einzuleiten und zu entwickeln, was mit diesem freien Fliegen verwandt ist, um nur erst einmal eine Uebergangsstufe zur praktischen Flugtechnik zu betreten und unseren Gesichtskreis auch nach dieser Richtung hin zu erweitern.

Um anregend hierfür zu wirken, schrieb ich im Jahre 1891 in Heft 7 und 8 unserer Zeitschrift einen Aufsatz „Ueber Theorie und Praxis des freien Fluges." Ich hatte gesehen, welches reiche Feld zum Einsammeln von Erfahrungen sich schon darbietet, wenn man nur mit wirklichen Flügeln in den Wind sich stellt und die hebende Wirkung des Luftstromes auf sich einwirken lässt.

Man könnte ja die elementaren Luftwiderstandsversuche noch viel weiter ausdehnen; man könnte noch viel mehr in die Einzelheiten der Flügelwölbungen und Flügelformen bei diesen Experimenten eingehen; man könnte elementare Versuche über den Flügelschlag beim Vorwärtsfliegen machen und die hebenden und tragenden Kräfte messen. Je weiter man aber in diese Einzelfragen eindringt, desto complicirter werden die Apparate, desto umständlicher werden die Versuche. Es ist schliesslich wirklich einfacher und wohlfeiler, man macht sich einen Flugapparat, setzt sich hinein und sieht, wie weit man damit kommt. Geht es auch nicht gleich horizontal durch die Luft, nun, dann geht es eben schräg abwärts. In dieser Weise geflogen ist immer noch besser als garnicht geflogen.

Schon in meinem Werke über den Vogelflug wies ich hierauf hin, indem ich mit Rücksicht auf das Segeln mit gewölbten Flügeln auf Seite 121 betonte: Was aber mit einem solchen Apparate auch ohne Flügelschläge sicher ausgeführt werden könnte, wäre ein längerer, schwach abwärts geneigter Flug, der immerhin des Lehrreichen und Interessanten genug bieten möchte." Was ich damals vermuthete, ist jetzt zur Thatsache geworden. Es hat sich bereits ein bestimmtes System für diese Art Segelflug und die dazu benutzten Apparate herausgebildet.

Im Decemberheft der Zeitschrift von 1891 berichtete ich dann „Ueber meine diesjährigen Flugversuche." Sie waren noch ein schüchterner Anfang, das erste Bemühen, mit gewölbten Flügelflächen sich einige Secunden segelnd in der Luft zu halten. Der Wind machte mir noch viel zu schaffen; die zahlreichen Flügelbrüche führten mich aber schon damals auf die Anordnung des verticalen und horizontalen Steuers zur besseren Bekämpfung des Windes. Noch aber waren die Flüge zu kurz, um genau zu erkennen, ob ein dauerndes stabiles Segeln auf dem Winde möglich sei.

Das Jahr 1892 brachte wieder neue Erfahrungen im Flügelbau und vermehrte Uebung in der Anwendung der Apparate. In meinem Aufsatz: „Ueber den Segelflug und seine Nachahmung," der im Decemberheft desselben Jahres erschien, konnte ich bereits die Ansicht aussprechen, dass man durch stete Verfeinerung in Construction und Ausführung der Flüge und vermehrte Fertigkeit in ihrer Handhabung nach und nach in den dauernden, wirklichen Segelflug hineinkommen müsse.

Meine vorjährigen Veröffentlichungen, welche ich mit zahlreichen Illustrationen nach photographischen Aufnahmen begleiten konnte, haben nun bereits bewirkt, dass ausser mir noch mehrere Fachleute sich des praktischen Segelfluges annehmen, und dies wird nicht verfehlen, zur weiteren Ausbildung dieses einfachsten Fluges beizutragen.

Diese von erhöhten Punkten veranstalteten weit ausgedehnten Luftsprünge sind immerhin als ein Anfang des praktischen Fliegens anzusehen, und zwar des Fliegens mit einem Apparate, so einfach wie nur denkbar, wo die ganze Vorrichtung eigentlich nur aus einer tragenden Fläche besteht. Man braucht bei diesem Segeln keine Kraftleistung und hat nur durch die Schwerpunktslage den Apparat zu steuern. Nebenbei ist es ein grossartiges Vergnügen, von den Bergen und Hügeln weit in das Land hinaus zu schweben, sodass für die Laien, wie für die Fachleute ein solcher Fliegesport ebenso unterhaltend wie lehrreich als auch kräftigend für die Gesundheit sich zeigt. Es ist keine einzige Belustigung im Freien denkbar, welche mit soviel Uebung in der Gewandtheit des Körpers, mit soviel Schärfung der Sinne und Förderung der Geistesgegenwart verbunden wäre, als dieses schwungvolle Dahingleiten durch die Luft. Wir können uns

minutenlang in der Luft aufhalten, auf Strecken von mehreren hundert Metern mit Courirzuggeschwindigkeit die Luft durchschneiden und dennoch sanft und gefahrlos uns wieder zur Erde niederlassen.

Theilen wir die sämmtlichen Methoden des Fliegens in zwei Gruppen ein, von denen die eine ohne Kraftleistung und die andere mit Kraftleistung wirkt, so bildet der von mir geübte Segelflug das einzige Glied der ersten Gruppe des Fliegens ohne Kraftanstrengung, während für das mit Kraftleistung verbundene Fliegen viele wesentlich von einander abweichende Methoden denkbar sind. Obwohl daher derartige Segelflüge direct an den Vogelflug sich anlehnen und gewissermassen ein bestimmtes System des Fliegens vertreten, so handelt es sich bei ihnen doch um einen allgemeinen flugtechnischen Gesichtspunkt, weil kein anderes und einfacheres System denkbar ist, um Flüge ohne dynamische Leistung überhaupt zu Stande zu bringen.

Sobald nun aber dynamisch bewegte Flugapparate zur Anwendung kommen sollen, tritt die Systemfrage in den Vordergrund, und es ist eine besondere Aufgabe, die Gesichtspunkte für die Wahl der verschiedenen Systeme näher ins Auge zu fassen.

Dem uns von der Natur vorgezeichneten System des Vogelfluges mit schlagenden Flügeln stehen diejenigen Systeme gegenüber, welche auf einer rotirenden Bewegung basiren.

Zahlreiche Flugtechniker behaupten, dass die Bewegung der Vogelflügel nicht rationell nachzubilden sei, wogegen die rotirende Bewegung der Treiborgane wie bei allen anderen Transportmitteln, so auch in der Luft Anwendung finden müsse. Als Beispiel wird natürlich die Locomotive, das Velociped, der Schraubendampfer und Raddampfer angeführt.

Es ist richtig, dass die rollende Reibung ein willkommenes Mittel bietet, den Transport auf der Erde zu erleichtern und die Anwendung von rotirenden Rädern sich kaum auf dem festen Lande umgehen lässt. Die Zweckdienlichkeit der rotirenden Propeller im Wasser wird jedoch leicht falsch beurtheilt. Die Gründe, weshalb Schaufelräder und Schrauben im Wasser angewendet werden, sind entschieden verkannt, wenn man behauptet, dass deren Anwendung zur Erzielung grosser Nutzeffecte stattfinde. Ich bin vielmehr überzeugt, dass man diese Propeller namentlich deshalb benutzt, um die Fahrzeuge compendiös und vor allen Dingen schmal zu gestalten, so dass sie auch noch in engen Gewässern manövrirfähig bleiben, dass aber diese rotirenden Antriebvorrichtungen unrationeller wirken als ein hin- und hergehendes Ruder.

Um dies einzusehen, brauchen wir nur an das gewöhnliche Ruderboot zu denken. Man hat sich bis jetzt vergeblich bemüht, Schrauben oder Räder herzustellen, welche durch Hand- oder Fussbetrieb in Bewegung gesetzt, dass gewöhnliche Ruder ersetzen sollten, und zwar deshalb, weil

diese Triebwerke einen geringeren Wirkungsgrad hatten als das hin- und hergehende leichte und einfache Ruder.

Das allein müsste schon genügen, die Sympathie für die rotirenden Propeller in der Luft zu erschüttern. Man kann jedoch die Unzulänglichkeit rotirender Apparate zur Erzielung des freien Fluges noch eingehender beweisen.

Im wesentlichen haben wir es mit drei verschiedenen Methoden zu thun, welche zur Anwendung rotirender Propeller und Hebevorrichtungen in der Luft empfohlen sind.

Die eine Methode besteht in der Anwendung von Luftschrauben, sogenannter Hebeschrauben, welche um verticale Axen rotiren und direct hebend wirken sollen. Auf diesem Princip basirt das bekannte Kinderspielzeug, welches dank seiner Kleinheit bis heute noch von keiner mechanischen Flugmaschine übertroffen ist. Meines Erachtens nach hat dieses System wegen seiner Einfachheit noch die meiste Aussicht, neben dem System der Vogelflügel Verwendung zu finden, wenngleich auch viele Vorzüge der natürlichen Flügel bei ihm fehlen, und manche Nachtheile bei ihm sich einstellen.

Zunächst lässt sich ein einziges Schraubensystem allein nicht verwenden, weil sonst die Schraube still steht und der zu hebende Körper sich dreht. Bei Anwendung mehrerer Schraubenaxen aber erschwert sich die Construction durch die Zwischenglieder. Die Schraube hat ferner den Nachtheil, dass ihre Flächen nur an der Peripherie, wo grosse Geschwindigkeit herrscht, richtig zur Geltung kommen, und dass es unnütz ist, im Centrum überhaupt Flächen anzubringen. Das macht die Construction schwer im Gegentheil zum Vogelflügelsystem, wo die Flächen auch in der Mitte, in der Nähe des Schwerpunktes wirkungsvoll bleiben. Schliesslich ist der Nutzeffect der Schrauben in der Luft wie im Wasser ein geringer und daher ihre Anwendung mit grossem Arbeitsverlust verknüpft.

Wenn man nun statt der Schrauben Schaufelräder zum Heben verwendet, so wird aus zwei Gründen der Effect noch mehr vermindert. Zunächst kommt immer nur ein Theil der Schaufeln, bei den bis jetzt vorgeschlagenen Systemen höchstens die Hälfte derselben zur Tragewirkung. Der ganze Apparat wird also stets sein halbes Gewicht als todte Last durch die Luft zu schleppen haben. Der grössere Nutzeffect, den die Schaufelräder etwa haben sollten gegenüber den Schrauben, wird aber reichlich aufgewogen durch die complicirtere Bauart, welche die Räder durch ihre Stellmechanismen bedürfen. Die Schraube zeigt sich hier als einfacheres Maschinenelement den Lufträdern überlegen.

Wir gelangen jetzt zu der dritten grossen Gruppe von Flugmaschinensystemen, welche schon mehr Aehnlichkeit mit dem Vogelfluge hat. Es sind dies die durch Propeller angetriebenen Drachenflieger, schräg gestellte Trageflächen, welche durch Schrauben oder Schaufelräder vorwärtsgetrieben

und dadurch zum Steigen gebracht werden sollen. Der Typus dieser Flugmaschinen stellt das von den Flugtechnikern neuerdings am meisten zur Anwendung gebrachte System dar. Die Erfolge blieben jedoch hinter den Erwartungen zurück und zwar, wie mir scheint, weil die gewünschte Segelwirkung durch die Anwendung der rotirenden Propeller zerstört wurde. Ausserdem wendete man meistens ebene Flächen an, deren Tragewirkung gering ist. Aber auch, wenn die ungleich tragfähigeren gewölbten Flächen zur Wirkung kämen, so würde kein viel günstigerer Effect zu erzielen sein.

Allerdings erfährt eine gewölbte Tragefläche, wenn dieselbe in schwach angehobener Stellung sich horizontal durch die Luft bewegt, einen starken Auftrieb bei schwachem horizontalem Widerstand. Dies gilt aber nur in ruhiger oder gleichmässig bewegter Luft, keineswegs jedoch, wenn man durch Schrauben oder Räder in der Nähe der Fläche die Luft aufwühlt und in Wirbel verwandelt. Die Schrauben und Räder zerstören den vortheilhaft hebenden glatten Strich der Luft und das muss den Nutzeffect unbedingt wesentlich vermindern.

Also der bisher so vielfach empfohlene, durch rotirende Propeller getriebene Drachenflieger hat auch seine grossen Schattenseiten.

Wollen wir aber dennoch den Drachenflieger mit Vortheil anwenden, so müssen wir es so einrichten, dass der von einer solchen Segelfläche durchstrichene Luftraum vom Propeller nicht beunruhigt wird. Es darf also die Antriebsvorrichtung weder unterhalb noch oberhalb, weder vor noch hinter der Segelfläche sich befinden, wenn die Segelwirkung nicht beeinträchtigt werden soll, und da bleibt dann folgerichtig nichts anderes übrig, als den Treibapparat rechts und links, seitlich von der Segelfläche anzuordnen. — Thun wir dieses, so sind wir zwanglos bei dem Princip des Vogelfluges angelangt; denn der Flugapparat des Vogels wirkt beim Ruderfluge wie eine in schlanken auf- und niedergehenden Wellenlinien vorwärtssegelnde Fläche, deren auf- und niederschlagende Flügelspitzen die Vorwärtsgeschwindigkeit unterhalten, indem die Schwungfedern mit gesenkter Vorderkante abwärts und mit gehobener Vorderkante aufwärts sich bewegen. Die einfache hebelartige Bewegungsform der schlagenden Flügel vereinigt auf diese einfachste Weise die wenig auf- und niedergehende Segelfläche mit dem stärker auf- und niederschlagenden Ruderpropeller bei möglichst geringer Störung der Segelwirkung.

Die Luft-Schrauben und Luft-Räder haben allerdings durch ihre rotirende Bewegung für den Maschinentechniker etwas Bestechendes. Bei näherer Betrachtung schwindet jedoch der Werth der vermeintlichen Vortheile. Warum richten wir unsere Motoren denn eigentlich mit rotirenden Wellen ein? — Doch lediglich, weil wir durch rotirende Transmissionen die Arbeitsleistung am bequemsten fortleiten können. Um dies zu erzielen, bedienen wir uns eines Umweges; denn brauchbare rotirende, auf Expansivkraft der Gase beruhende Motoren giebt es kaum. Wir verwandeln also

die hin- und hergehende Kolbenbewegung erst künstlich unter Benutzung schwerer Maschinentheile in die einfache Drehung. Lediglich die Gewohnheit also, die Motoren mit sich drehenden Kurbelwellen sich vorzustellen, liess den rotirenden Flugapparat fälschlicherweise als den einfacheren erscheinen, während es doch noch viel einfacher ist, die geradlinige Kolbenbewegung direct auf den Flügelschlag einwirken zu lassen. Dass man bei den Kurbelwellen es bequem hat, durch ein aufgesetztes Schwungrad den Gang der Maschine zu regeln, kann doch den Flugtechniker nicht reizen, weil er mit Schwungrädern in der Luft sich nicht herumschleppen wird. Von Laien wird zwar oft die Ansicht vertreten, dass ein Schwungrad Kraft erspare, doch der Flugtechniker wird seinem rotirenden Apparate höchstens regulirende, aber keineswegs kraftsparende Eigenschaften zuschreiben. Die rotirende Kurbelwelle hat noch einen kleinen Vortheil, weil man von ihr aus die Steuerungstheile des Arbeitscylinders leicht bewegen kann, aber kein Maschinentechniker wird doch davor zurückschrecken, auch ohne rotirende Welle eine zuverlässige Steuerung zu erzielen.

Wir sehen also, dass von der rotirenden Bewegungsform für Flugmaschinen wenig Empfehlenswerthes übrig bleibt.

Als ein Nachtheil der oscillirenden Flügel gegenüber den rotirenden Flugmaschinen ist noch zu erwähnen die ungleichartige, periodisch abwechselnde Hebewirkung derselben, während die sich gleichmässig drehenden Apparate auch eine ruhige, gleichmässige Hebewirkung haben müssen. Seitdem wir aber wissen, dass die Schlagbewegungen der Flügel wesentlich verstärkte hebende Luftdrucke erzeugen, muss uns die dadurch erzielte Kraftersparniss*) wichtiger erscheinen als die gleichmässige Tragewirkung von Schrauben und Rädern, so lange nicht erwiesen ist, dass auch diese zur Erzielung eines freien Fluges gut benutzbar sind.

Es liegt nicht in meiner Absicht, unter den dynamischen Flugvorrichtungen ausschliesslich dem Princip des Vogelfluges das Wort zu reden, doch die allgemeine Erörterung dieser Fragen führt unwillkürlich dahin, die Bevorzugung rotirender Flugvorrichtungen als einem Vorurtheil entspringend zu kennzeichnen.

Nicht unerwähnt darf es bleiben, dass die Maschine mit oscillirenden Flügeln die einzige Fliegemethode vertritt, welche gleichzeitig zum anstrengungslosen Segelfluge durch Stillhalten der Flügel sich eignet, so dass man wie der Vogel abwechselnd mit und ohne Arbeitsleistung fliegen kann. Alle andern Fliegemethoden sind auf eine ununterbrochene Arbeitsleistung angewiesen und zum Segeln nicht geeignet. Deshalb ist es auch so schwer oder gar unmöglich mit den letzteren einen allmählichen Uebergang zum praktischen Fliegen zu finden, während man nach Art der Vogelfluges sich

---

*) Siehe Lilienthal's „Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst". Abschnitt 16.

schon ohne körperliche Anstrengung und ohne Motor recht hübsch in der Luft herumtummeln kann, um dann nach und nach durch motorische Leistungen die Flüge zu vervollkommnen und so schrittweise dem dauernden Fluge sich zu nähern.

Bei der Construction von Flugmaschinen muss man nun aber vor allem auch wissen, welche Ausführungsgrösse am meisten Aussicht auf Erfolg bietet. Der einzige Meister, dem es gelang, wirklich brauchbare Flugmaschinen herzustellen, ist die Natur. Es lohnt sich daher, den Maassstab zu verfolgen, den diese bei ihren Flugapparaten innehielt. Auffällig ist, dass die Natur für die Luft nicht solche Colosse schuf, wie für das Wasser und das Land. Der Grund hierfür kann aber kaum darin liegen, dass das Fliegen selbst mit der Grösse des Flugkörpers an Schwierigkeit zunimmt; denn — seltsam genug — die grössten Flieger sind auch gerade die besten Flieger. Die Pelikane, Marabustörche, Albatrosse und Condore wiegen sich ohne Anstrengung in den Lüften und legen unglaubliche Strecken in kürzester Zeit scheinbar ohne Ermüdung zurück. Das sieht doch aber eher so aus, als wenn mit der Vogelgrösse die Flugfähigkeit nicht abnähme, sondern im Wachsen begriffen wäre.

Dieses scheinbare Räthsel löst sich nun bei näherer Betrachtung dahin auf, dass nicht die Fliegemöglichkeit es ist, welche für die Natur die unüberschreitbare Grösse der fliegenden Geschöpfe vorschreibt, sondern dass die Schwierigkeit des Auffliegens hierin den Ausschlag giebt.

Wir wissen, dass es allen grösseren Vögeln Mühe bereitet, überhaupt erst in die Luft hineinzukommen. Sobald sie jedoch den Boden unter den Füssen erst verloren haben und frei in der Luft sich befinden, geht ihr Flug leicht von statten. Also nur das erste Aufsteigen wird ihnen schwer.

Es erklärt sich dies einfach dadurch, dass die Flügeloberflächen bei grossen, schweren Vögeln verhältnissmässig viel kleiner sind als bei kleinen, leichten Vögeln, die Einheit ihrer Fläche also mehr Gewicht tragen muss. Deshalb gehören viel grössere Flügelgeschwindigkeiten dazu, um den Flächen die nöthige Tragkraft zu verleihen. Der einfache Flügelschlag ist nicht ausreichend, um den Vogel zu heben; letzterer muss vielmehr gleichzeitig eine Vorwärtsgeschwindigkeit gegen die Luft haben, um die nöthigen Tragekräfte zu wecken, und wenn ihm der Wind hierbei nicht in genügender Stärke entgegenkommt, so muss er diese Windstärke sich künstlich erzeugen, indem er gegen den Wind einen Anlauf nimmt. Aber erst einmal frei in der Luft, stört den Vogel seine Grösse durchaus nicht. Mit zunehmender Geschwindigkeit des Fluges werden die Flügelschläge immer langsamer, bis in höheren windigeren Regionen der Vogel segelnd ohne Flügelschlag sich fortbewegt,

Also nicht das Fliegen selbst ist es, was den grossen Vögeln schwer fällt, sondern das anfängliche Hineinkommen in die Luft. Und dieser Umstand wird auch die Natur gehindert haben, noch grössere fliegende Wesen

zu entwickeln, als wir unter den Vögel sie kennen; denn wenn mit zunehmender Grösse der fliegenden Thiere nicht immer, wie z. B. bei Windstille, die erforderlichen Abfliege-Gelegenheiten in ausreichendem Maasse sich finden, um die Beschaffung der Nahrung durch den Flug zu gestatten, so ist durch Nichterfüllung der wichtigsten Lebensbedingung einer Weiterentwickelung nach der Grösse natürlich eine Grenze gezogen.

Nicht gebunden an diese Grenze war die Natur bei den Vögeln, welche ihre Nahrung ohne Flug sich verschaffen können, und dieses musste zur Entstehung der riesigen Vogelleiber führen, wie wir sie in den noch lebenden und noch mehr in den bereits ausgestorbenen Straussen erblicken.

Von fliegenden Vögeln, welche grösser sind, als diejenigen, welche die jetzige Erde bevölkern, hat die Vorzeit uns nichts überliefert, wohl aber kennen wir beflügelte Reptilien aus der Juraformation von erheblicher Grösse. Ich entnehme einer Veröffentlichung des „Prometheus", No. 223, die Darstellung eines bis 8 m klafternden Flugsauriers, der offenbar schwerer war als der Mensch. Man ist jedoch über die Flugthätigkeit dieser Thiere zu keinerlei Schlüssen berechtigt. Ob die Atmosphäre, reichhaltiger an Kohlensäure oder aus anderen Gründen, eine grössere Dichte besass und dadurch das Fluggeschäft erleichterte, ob diese Saurier ihre Flughaut nur nach Art der fliegenden Eichhörnchen benutzten oder ob sie die Uferfelsen, zu denen sie hinaufkriechen konnten, als Abfliegepunkte benutzend, zur längerem Fluge befähigt waren, darüber wird schwerlich Näheres bekannt werden.

Wir müssen uns an die Thatsache halten, dass unter den gegenwärtigen Verhältnissen unserer Erdoberfläche die Natur unter sehr triftigen Gründen in der Entwickelung der grossen Flieger Halt gemacht hat und dass wir diese Grenze nur überschreiten können unter Benutzung besonders geeigneter Abfliege-Gelegenheiten. Unsere Naturbeobachtung bietet uns aber auch einen Fingerzeig, dass bei dem fliegenden Menschen hauptsächlich nur das Auffliegen Schwierigkeiten bieten wird, und dass, wenn erst ein Schweben in der Luft vorhanden ist, die weitere Fortsetzung des Fluges verhältnissmässig leicht sich bewirken lassen wird.

Hieraus folgt nun eigentlich schon, dass die Erhebung von der Erde noch viel schwerer von statten gehen muss, wenn man es nicht mit dem Fliegen eines einzelnen Menschen, sondern mit Flugmaschinen zu thun hat, welche zum Transport von mehreren Personen dienen sollen. Dessenungeachtet unterlassen es die Erfinder nicht, mit Projecten in die Oeffentlichkeit zu treten, welche dem Gesellschaftsfluge dienen sollen. Es herrscht vielfach die irrige Ansicht, dass auch bei Flugmaschinen eine Ausführung im grösseren Maassstabe mehr Aussicht auf Erfolg haben müsse, als wenn man kleinere Apparate baute. Man lässt sich scheinbar dadurch verleiten, dass bei vielen maschinellen Aufgaben die Ausführung im Grossen sich rationeller gestaltet als im Kleinen. Die Flugmaschinen machen aber

hierin eine Ausnahme, wie ich dies später noch eingehender zu zeigen versuchen werde.

So interessant und reizvoll es wäre, gemeinschaftlich mit seinen Freunden eine grössere Flugmaschine zu besteigen und in einer Spazierfahrt durch die Luft nach jeder beliebigen Richtung über die schöne Erde sich dahin tragen zu lassen, so habe ich doch allen Grund, zu glauben, dass wir entweder nie oder erst viel später dahin gelangen, solche Gesellschaftsflugmaschinen in Wirkung treten zu lassen, denn ausser dem erschwerten Aufflug grösserer Massen giebt es noch zwei weitere Gründe, welche zwingen, auf den Einzelflug uns zu beschränken.

Zunächst ist es die Herstellung grösserer Trageflächen, welche uns auf bedenkliche Missverhältnisse führt. Ich habe schon darauf hingewiesen, dass die grossen Vögel verhältnissmässig nur kleine Flügel besitzen. Dies hat die Natur aber keineswegs aus reiner Willkür eingeführt, sondern sie folgte hierbei einem unabwendbaren Gesetze.

Um diese Gesetzmässigkeit kennen zu lernen, müssen wir nicht nur die Flügelgrösssen vergleichen, sondern auch die Flügelgewichte. Flügel von grösserer Flächenausdehnung müssen auch eine grössere Stärke bebesitzen und deshalb wächst das Flügelgewicht weit mehr wie die Fläche: Der Adler wiegt tausendmal so viel wie der Zaunkönig. Der Adlerflügel ist in der Fläche aber nur etwa hundert mal so gross als der Flügel des Zaunkönigs, aber das Gewicht des ersteren beträgt wieder etwa das Tausendfache von dem des Letzteren, aus dem einfachen Grunde, weil der Adlerflügel nicht blos zehnmal so lang und zehnmal so breit ist, sondern weil er auch zehnmal so dick ist als der Flügel des Zaunkönigs. Diese Dicke hat aber der Adlerflügel nöthig, um haltbar zu sein.

Man sieht hieraus schon, wohin es führen würde, wenn die Flügel mit zunehmendem Körpergewicht nicht verhältnissmässig kleiner würden. Im Durchschnitt sind die linearen Verhältnisse der Vögel annähernd proportional, weshalb der Quotient aus der Cubikwurzel des Flügelgewichtes und der Quadratwurzel der Flügelfläche innerhalb gewisser Grenzen constant sich gestaltet. Diese Gesetzmässigkeit harmonirt vollkommen mit den Gesetzen der Festigkeit. Ein Flügel, welcher die doppelte Länge und Breite hat, muss auch doppelt so dick sein, um nicht abzubrechen; denn bei gleicher Belastung pro Flächeneinheit ist die 4 fache Last zu tragen am doppelten Hebelarm, mithin das 8 fache Bruchmoment vorhanden, was von der doppelten Breite und doppelten Dicke aufgenommen werden kann. Nimmt die specifische Belastung der Flügel zu, wie bei den grösseren Vögeln, so muss auch die Dicke der Flügel etwas mehr als im linearen Verhältnisse wachsen und das findet sich auch in Wirklichkeit bestätigt.

Für grössere Flugmaschinen entrollt sich somit eine ungünstige Perspective.

Nun wird man aber sagen: „Es fällt uns nicht ein, die Trageflächen so zu bauen wie die Vogelflügel gebaut sind, da wird man doch zu versprengten Constructionen, zu Gitterwerken und dergleichen greifen!“

Darauf lässt sich antworten, dass der Vogelflügel durch die Röhrenform der Knochen und Federkiele, was Leichtigkeit anbelangt, schon ein wahres Meisterwerk der Natur darstellt, dass aber, wenn auch durch Sprengewerke und Gitterconstructionen eine noch grössere Leichtigkeit der tragenden Flugmaschinentheile erzielt werden kann, dies immerhin nur einmal beim Wechsel des Systems geschieht und dann vielleicht noch gerade ausreicht, um den Apparat zum Einzelflug brauchbar zu machen, dass hingegen bei fortschreitender Grösse der Apparate auch diese Systeme schliesslich schwerfällig werden und deshalb die Wahrscheinlichkeit für die Möglichkeit des menschlichen Fluges sehr zu Gunsten des Einzelfluges ausfällt.

Eine einfache Betrachtung genügt, um zu zeigen, dass bei zunehmender Grösse das Gewicht der Einheit einer Tragefläche wachsen muss, also grössere Constructionen schwerfälliger sich gestalten, möge das gewählte System nun sein, wie es wolle.

Wir nehmen an, dass in der denkbar leichtesten Bauart eine Tragefläche von bestimmter Grösse für eine bestimmte Last hergestellt sei. Sobald wir zwei dieser denkbar leichtesten Flächen zu einer einzigen vereinigen wollen, welche einen centralen Körper von doppelter Last zu tragen hat, so müssen wir Constructionen hinzufügen, durch welche diese Vereinigung zu einen festen Ganzen wird, und deshalb wiegt die doppelte Fläche für die doppelte Last immer mehr wie das Doppelte.

Aber auch wenn wir eine nur aus Druck- und Zugorganen gebildete Constrution proportional vergrössern, so dass die Tragefläche sowohl als die zu tragende Last ein gewisses Vielfaches von der ersteren wird, so werden sowohl die Zug- als auch die Druckorgane nicht nur länger, sondern auch stärker und vermehren dadurch ihr Gewicht mehr, als die Fläche an Grösse zugenommen hat.

Eine genauere Untersuchung ergiebt, dass die flächenbildende Construction bei gleicher Belastung der Flächeneinheit in ihrem Gewichte mit der $^3/_2$ten Potenz der Fläche wächst.

Das Flugorgan eines Apparats zum Tragen von beispielsweise 9 Personen muss hiernach 27 mal so schwer sein als bei einem ähnlichen Apparate für einen Menschen.

Wenn man einem Vogel mittlerer Grösse, etwa einem Raubvogel von 1 kg Gewicht die Flügel am Schultergelenk abschneidet, so findet man, dass die Flügel zusammen etwa $^1/_{10}$ kg wiegen. Die Fläche der ausgebreiteten Flügel ist zusammen etwa 0,15 Quadratmeter. Bei meinen Segelversuchen beträgt mein Gewicht mit Apparat 100 kg und die Fläche ist 15 Quadratmeter. Sowohl mein Gewicht wie meine Segelfläche sind also 100 mal so gross wie die entsprechenden Werthe bei dem Raubvogel.

Würde mein Flügelbau ein ähnlicher sein, wie beim Vogel, so müsste ich dadurch auf das tausendfache Gewicht, also auf ein Flügelgewicht von 100 kg kommen. Durch die von mir angewendete versprengte Construction beträgt mein Flügelgewicht aber nur 20 kg. Aus diesem Beispiel ist ersichtlich, dass man durch geeignete Bauart das Flügelgewicht gegenüber den natürlichen Flügeln auf $^1/_5$ reduciren kann, wobei die Flächen so gross genommen werden können, dass nur die specifische Belastung wie bei den Flügeln kleinerer Raubvögel sich ergiebt. Dieses gilt aber nur für den Einzelflug. So wie man Apparate für mehrere Personen bauen will, werden entweder die Flügel doch wieder unverhältnissmässig schwer oder man muss seine Zuflucht zu grösseren Flügelschlag-Geschwindigkeiten nehmen und das ist wieder mit vermehrter mechanischer Leistung verknüpft.

Nach diesen Gesichtspunkten hiesse es also, unnöthige Schwierigkeiten suchen bei dem schon an sich schwer zu lösenden Problem, wenn man Flugmaschinen grösser baute, als zur Festellung der Flugmöglichkeit für den Menschen zunächst erforderlich ist. Also kein Luftschiff, sondern der Einzelflug!

Was aber nun schliesslich am meisten gegen die vorläufige Anwendbarkeit grösserer Gesellschaftsflugmaschinen spricht, das ist die Gefahr, welche der Wind ihnen bringt.

Wenn eine Flugmaschine brauchbar sein soll, so darf vor allem der geringste Wind sie nicht zerstören. Wie ungestüm aber auch schon schwächere Winde mit kleineren Flächen umgehen, das merkt man am besten, wenn man auf offenem Wagen fahrend ein Zeitungsblatt umwenden will. Die Handhabung einer solchen kleinen Fläche macht uns schon Mühe, und nun denke man dieselbe hundertfach vergrössert, dann hat man erst die Flügelfläche für einen einzigen Menschen. Dass auf diese Umstände so wenig Gewicht gelegt wird, beweisst so recht deutlich, dass die meisten Flugtechniker ihre Ideen in der Stube entstehen lassen.

Bei zweckmässiger Bauart und gehöriger Uebung kann nun ein Mann die für ihn ausreichende Tragfläche im Winde gerade noch regieren. Wie aber grössere Flugmaschinen im stärkeren Luftzug gebändigt werden sollen, vermag ich mir nicht vorzustellen. Die Kraft eines Menschen ist Null und nichtig, und die Anwendung mehrerer Menschen ist durch den Willen eines Mannes schwerlich so zu regeln, das Alle gleichzeitig die richtigen Bewegungen machen, um die passende Einstellung der Flächen gegen den sich beständig ändernden Wind zu veranlassen, zumal es hierbei oft auf einen einzigen Centimeter ankommt. Die geringste Abweichung von der zum Winde passenden Stellung, und der ganze Bau mit sammt den Mannschaften, welche sich mit ihm herumbalgen, liegt auf der Seite und zerbricht wie Rohr. Ist es mir doch schon vorgekommen, dass wir plötzlich bei stark auffrischendem Winde zu Dreien kaum die Tragfläche für einen Mensch so fest halten konnten, dass der Wind sie unzerstört lassen musste.

Aus allen diesen Gründen wird das sogenanrte Luftschiff, das man sich so gern mit zahlreichen Passagieren dahinfliegend vorstellt, wohl leider nur ein Phantasiegebilde bleiben müssen, es sei denn, dass bisher ungeahnte physikalische Hülfsquellen uns erschlossen würden. Der Flug des einzelnen Menschen aber scheint bereits durch die gegenwärtig verfügbaren mechanischen Mittel verwirklicht werden zu können. Der Satz: „Was im Kleinen gelingt. gelingt auch im Grossen“, gilt hier nicht. Jedenfalls aber gelingt der Flug im kleinen Massstabe leichter und wenn erst ein einziger Mensch wirklich fliegen kann, wenn reichlich praktische Erfahrungen über den Einzelflug vorliegen, ist immer noch Zeit genug, die Gesellschaftsflugmaschine näher ins Auge zu fassen.

Das Naheliegendste hiernach ist, die Möglichlichkeit des mechanischen Fluges an kleineren Apparaten zu constatiren.

Wenn wir nun aber kleinere Modelle fliegen lassen wollen, so hält es wieder schwer, einen stabilen Flug zu erzielen. Es ist nicht möglich, die Schwerpunkstlage mechanisch so zu regeln, dass längere Strecken durchflogen werden können. Entweder kippt der Apparat nach hinten oder nach vorn und verhindert die Beobachtung längerer Flüge.

Anders ist es, wenn man selbst im Flugapparat sich befindet. Man kann dann ununterbrochen durch die Schwerpunktslage die Flugrichtung festhalten; man kann, wie meine Versuche zeigten, durch Uebung den Flug lenken und reguliren.

Hatten wir nun vorhin die Grenze in der Grösse der Flugmaschinen nach oben darin gefunden, dass zunächst nur ein einzelner Mensch zum Fliegen gelangen könne, so haben wir jetzt auch dieselbe Grenze nach unten festgestellt, dass eine Flugmaschine mindestens so gross sein müsse, um einen Menschen tragen zu können. In beiden Fällen also ergiebt sich der Einzelflug als das logisch richtige, zunächst zu erstrebende Ziel.

Vom grössten fliegenden Vogel giebt es weiter keinen Uebergang zum fliegenden Menschen. Die von der Natur innegehaltene stetige Gewichtszunahme von den ganz kleinen fliegenden Insecten bis zum schwersten fliegenden Vogel findet hierüber hinaus keine stetige Fortsetzung, sondern sie muss einen Sprung bis zum fliegenden Menschen machen. Es muss uns interessiren, wie gross die dadurch gebildete Lücke in der Gewichtszunahme der Flugkörper sich einstellt, wir müssen wissen, wie die Gewichte des schwersten fliegenden Vogels zum Gewicht des fliegenden Menschen sich zu einander verhalten, um festzustellen, um wieviel wir die Leistung der Natur zu überschreiten gezwungen sind. Es handelt sich hierbei um das grösste von natürlichen Flügeln durch die Luft getragene Gewicht.

Nach den von mir im Zoologischen Garten zu Berlin unter freundlichem Entgegenkommen seines Leiters, des Herrn Dr. Heck, vorgenommenen Wägungen scheinen die Condore die schwersten fliegenden Vögel zu sein. Der schwerste von ihnen wiegt 27 Pfund. Es ist dies ein altes, seit

40 Jahren in der Gefangenschaft lebendes Männchen. Obwohl nun anzunehmen ist, dass dieser zur Unthätigkeit verdammte Vogel abnormen Fettansatz besitzt, so dürfte die Natur doch vielleicht noch einzelne stärkere Exemplare aufweisen, und man greift wohl kaum zu hoch, wenn man das Gewicht der Condore bis zu 35 Pfund steigend annimmt.

Die Raubvögel sind aber auch fähig, noch erhebliche Beute mit sich zu tragen. Es ist bekannt, dass der kleine Sperber mit Tauben, welche fast so viel wiegen, wie er selbst, davonfliegt. Brehm stellt fest, dass der Bartgeier 15 Pfund schwere Lämmer davon zu tragen vermag. Der Bartgeier ist aber viel kleiner als der Condor und der letztere dürfte demnach ebenfalls 15 Pfund oder noch mehr zu tragen vermögen. Hiernach läge nun zwischen 50 und 60 Pfund das grösste Gewicht, welches jemals mit Vogelflügeln frei durch die Luft sich bewegte.

Obwohl nun der Mensch dreimal soviel wiegt, als diese schwersten natürlichen Flugkörper, so ist dies dennoch kein so gewaltiger Unterschied, dass man deshalb ohne weiteres an der Möglichkeit des Menschenfluges verzweifeln müsste, und es verlohnt sich wohl der Mühe, jetzt, nachdem der Ballon zur Erreichung des freien Fluges als ungeeignet sich erwiesen hat, auf den uns von der Natur vorgezeichneten Wegen die Lösung der Flugfrage anzustreben.

Der Ballon „Ferdinand Carl".

Referat gehalten am 15. December 1893 im Wiener „Flugtechnischen Vereine"

von Hauptmann **Hermann Hoernes.**

„Nachdem der heutige Abend eigentlich dem Vortrage des Herrn Prof. Wellner gewidmet sein sollte, will ich nur ganz kurz die Geschichte und erste Fahrt des Vereinsballons skizzieren.

Wenn man sich mit Luftschiffahrt beschäftigt, wie dies der Zweck des Flugtechnischen Vereines ist, so kann man dies auf zweierlei, von einander ganz getrennte Arten thun:

1. indem man mit dem bis nun schon so oft verwendeten Kugelballon Auffahrten zu sportlichen, militairischen oder wissenschaftlichen Zwecken unternimmt, das heisst, statische Luftschiffahrt betreibt; und

2. indem man mittelst dynamischer Maschinen, also solcher, die schwerer als die Luft sind, diese selbst zu befahren trachtet; das begreift die eigentliche Flugtechnik in sich.

Während das Erstere schon heute im Bereiche der Möglichkeit liegt, müssen Maschinen für den zweiten Zweck erst ersonnen und construirt

werden, und wird Herr Prof. Wellner seine interessante Type uns im Nachfolgenden so liebenswürdig sein zu erläutern.

Unser Vereinsballon hat den Zweck, ähnlich wie solche in Deutschland, England, Frankreich und Russland gebaute Fahrzeuge, wissenschaftlichen Interessen zu dienen. In dieser Beziehung marschiert heute Deutschland allen anderen Staaten voran, dank namhafter Unterstützungen Sr. Majestät des Deutschen Kaisers, der hierfür allein 80000 Mark subventionierte, und Dank der unermüdlichen Bestrebungen der deutschen Gelehrten - Welt. Es geht eben ein mächtig vorwärtsstrebender Zug durch die deutschen Gauen, der auch bewirkt, dass Deutschland schon heute die französische Luftschiffahrt bedeutend überflügelt hat. So steigt in Berlin seit Jahren ein Fesselballon „Meteor“ mit selbstregistrierenden meteorologischen Instrumenten auf, und verfügt der „Deutsche Verein zur Förderung der Luftschiffahrt“ über einen Freiballon von circa 1000 cbm Inhalt. Da dieser sich als zu klein erwiesen hat, wurde der Ballon „Humboldt“ und nach dessen Zerstörung durch Feuer, der Ballon „Phönix“ von 2630 m^3 Inhalt gebaut.

Nachdem wir in Oesterreich bisher nicht über so reiche Mittel verfügen, so mussten wir uns in viel bescheideneren Grenzen bewegen.

Immerhin ist aber der Ballon, den der „Flugtechnische Verein“ baute, und der nach dessen hohem Protektor Sr. k. und k. Hoheit dem Durchlauchtigsten Herren Erzherzog „Ferdinand Carl“ benannt ist, thatsächlich der grösste Ballon, der bis heute in Wien hochging.

Er hat einen Durchmesser von 13·3 m, einen Umfang von 42 m, eine Oberfläche von 555 m^2, und wurde mit 1300 m^3 Gas gefüllt.

Das Programm, welches durch die Ballonfahrten gelöst werden soll, ist kurz erwähnt folgendes:

Es sollen:

1. die Abnahme der Temperatur mit der Höhe in der freien Atmosphäre ermittelt werden, ferner die Temperatur knapp unter, in und über den Wolken, und zwar auch in verschiedenen Jahreszeiten.

2. die Windgeschwindigkeiten, über welche noch sehr wenige Beobachtungen vorliegen, einem eingehenderen Studium unterzogen werden; besonders die Geschwindigkeiten in den verschiedenen Höhen im Vergleiche zu unten, die Richtung derselben, Drehung gegen oben zu, etc.

3. die Feuchtigkeitsverhältnisse in und ausser den Wolken ermittelt und

4. luftelektrische Messungen angestellt werden.

Zur Vornahme dieser Beobachtungen wurden die Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus und das physikalische Cabinet der Universität eingeladen, und gereicht es mir zur besonderen Ehre, diesen beiden Anstalten, resp. den Chefs derselben Herren Hofrath Prof. Hann, Prof. v. Lang, Prof. Exner, sowie den Herren Dr. Jäger, Dr. Margules und Dr. Trabert

für ihr liebenswürdiges Entgegenkommen und ihre thatsächliche Förderung unseres Unternehmens hier unseren verbindlichsten Dank auszusprechen. —

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen möchte ich kurz die Erzeugung des Ballons berühren.

Bei der Herstellung des „Ferdinand Carl" waren für uns besonders drei Rücksichten massgebend:

1. sollte der Ballon ein durchaus moderner Ballon werden, an dem alle, bis nun in ballontechnischer Hinsicht gemachten Fortschritte verwirklicht erscheinen.

Folgende Bestandtheile des Ballons sind wegen der dabei angebrachten Neuerungen bemerkenswerth:

Die Reissleine, das ganz neuartige Ventil aus Holz, Kork, Gummi, Alluminium und Stahlbestandtheilen, die eigenthümliche Ankerseilanmachevorrichtung, die Matratze im hochbordigen Korb, specielle Ankerpuffer und Schleifleinenbremse, sowie der Torpedoanker, welche Einrichtungen sich alle, soweit sie in Gebrauch kamen, während der Fahrt und Landung glänzend bewährt haben.

Besonders freue ich mich, dies vom Ventil hervorheben zu können, an dem ich eine Vorrichtung anbrachte, um dasselbe nach Belieben öffnen, selbstthätig geöffnet erhalten und dann wieder schliessen zu können, welche Einrichtung beim Landen vorzügliche Dienste leistete.

Die 2. Rücksicht war, den Ballon womöglich ganz aus inländischem Material zu bauen, welcher bis auf den Münchner Lack, der aus fernerliegenden Gründen zur Verwendung kam, auch vollkommen entsprochen wurde.

Die Hülle des Ballons wurde von Herrn Ing. Assistenten Angerer zugeschnitten und unter seiner Aufsicht genäht, auch verfertigte er einen Theil des Netzes.

Alles andere, so der Korb, das Firnissen der Hülle, das Tellerventil, die Reissleine, Ankerungsvorrichtungen, sämmtliches Zugehör etc. etc. wurden unter meiner persönlichen Beaufsichtigung und Leitung ausgeführt und beschafft.

In erster Linie war es auch mein Bestreben, einen entsprechenden Stoff ausfindig zu machen, was nicht leicht fiel.

Wohl hat ein österreichischer Luftschiffer einen inländischen Ballonstoff verwendet, der so zur Noth den an einen solchen zu stellenden Anforderungen entsprach; er hat aber seinen Lieferanten, die „Firma Schroll" bewogen, uns diesen Ballonstoff nicht zu liefern; ich habe das ablehnende Schreiben dieser Firma als ein Curiosium mir noch aufbewahrt, da es Zeugniss gibt, wie dieser Luftschiffer sich bemühte, die inländische Erzeugung der Ballons gleichsam für sich zu monopolisieren.

Man sieht also, dass uns die Sache nicht leicht gemacht wurde, und ich kann die verehrten Zuhörer versichern, dass wir ausser mit finanziellen

Schwierigkeiten, die leider noch nicht behoben sind*), auch mit sehr vielen auf die Beschaffung der einzelnen Ballonbestandtheile bezüglichen zu kämpfen hatten.

Heute sind diese gottlob überwunden, und ich freue mich aus diesem Anlasse einer angenehmen Pflicht nachkommen zu können, und speziell den Firmen Markl & Thannhofer für die freundlichst übernommene und mit grosser Selbstlosigkeit durchgeführte Beschaffung eines vorzüglichen Ballonstoffes, der Firma Ignaz Gridl für die kostenlose Ueberlassung eines Ankers sammt Ankerbremse und Ventilator und der Firma König & Sohn ebenfalls für ihr sehr freundliches, uneigennütziges, die Sache förderndes Verhalten, wärmstens zu danken.

Gleichzeitig sind wir auch zum Danke verpflichtet dem k. und k. Handelsministerium für die Ueberlassung eines Theiles der Rotunde zu sehr mässigem Pachtzins, dem Herrn Weltausstellungsgebäude-Inspector Hoff, welcher ein ganz besonders liebenswürdiges Entgegenkommen zeigte, und A. m.

Die 3. Rücksicht war, eine Anzahl inländischer Firmen für den Ballonbau direct zu interessieren, da sich bei uns in Oestereich noch keine eigentliche Ballonindustrie entwickelt hat, und das darauf bezügliche Material zu sammeln.

Der Verein ist jetzt in der Lage, die hierbei gemachten Erfahrungen der k. und k. Kriegsverwaltung zu unterbreiten, und somit einem wichtigen Punkte seiner Statuten zu entsprechen.

Interessant sind auch die beim Baue des Ballons gemachten financiellen Erfahrungen.

Nachdem wir keine eigentliche aëronautische Mutteranstalt besitzen, so musste der Ballon sozusagen auf der Gasse geboren werden.

In einer Privatwohnung zugeschnitten, in der Rotunde gefirnisst, und in Floridsdorf zum Aufsteigen bestimmt, wurden die einzelnen Ballonbestandtheile in allen Weltgegenden Wiens verfertigt.

Die geehrten Zuhörer können sich denken, dass es eine grosse Summe an Zeit, Mühe und Beharrlichkeit bedurfte, bis alles klipp und klar zum Aufsteigen bereit stand. Demungeachtet kostet der Ballon fix und fertig sammt allen Reservebestandtheilen, wie z. B. einem 2. Ventil, der gesammten mobilen Einrichtung: als Kisten, Kasten und einem 22 m langen zerlegbaren Tisch, sehr grossen Unterlagstüchern und den sehr beträchtlichen Auslagen für Arbeiter, Miethzins und Transportgelegenheiten nicht mehr als 1698 fl. 88 Kreuzer, oder der complette Ballon allein sammt allen Sandsäcken 1100 fl. 28 Kreuzer.

---

*) Die Fertigstellung und erste Auffahrt des Ballons war überhaupt nur dadurch ermöglicht, dass die Firma Markl & Thannhofer einen jahrelangen grösseren Credit gewährte und Herr Baurath v. Stach, sowie ich selbst aus Eigenem dem Vereine die noch fehlenden Gelder vorstreckten.

Ausdrücklich betone ich hier, dass wir nur den Anker, den Ventilator und einige Reserve-Ventilbestandtheile unentgeltlich bekamen, die Kosten für alles Andere aber in den obenerwähnten Beträgen mitinbegriffen sind, das beste Material verwendeten und eine ziemlich beträchtliche Summe allein für Versuche und dergl. verausgabten.

Besonders die in letztem Punkte gemachten Erfahrungen sind natürlich jenen Leuten, die aus der Ballonerzeugung ein rentables Geschäft zu machen sich bestreben, nicht angenehm, veröffentlicht zu sehen, und lassen die Angriffe*) auf den Vereinsballon und deren Verfertiger in dem richtigen Lichte erscheinen.

Ich gehe nun zum 1. Aufstiege des Ballons „Ferdinand Carl“ selbst über.

Der Ballon wurde in Folge eines ad hoc gefassten Beschlusses noch am 6. December 1893 in der Rotunde den Vereinsmitgliedern und sonstigen Interessenten gezeigt.

Am 7. Dezember um 6 Uhr früh mittelst Wagen nach Floridsdorf gebracht, woselbst uns die englische Gasgesellschaft einen sehr schönen Platz für den Aufstieg zur Verfügung stellte, wurden die nöthigen Vorbereitungen (als Auseinanderbreiten der Hülle, Anmachen des Ventils, Aufbringen des Netzes, Herrichten des Korbes etc.) getroffen. Um 10 Uhr 45 Min. wurde mit der Füllung begonnen. Diese selbst bot in Folge des herrschenden starken Windes sehr grosse, ich kann wohl sagen abnorm grosse Schwierigkeiten, und nur der Energie aller dabei Betheiligten ist es zu danken, dass der Ballon thatsächlich nach 2 Stunden hochstieg.

Im Korbe nahmen Herr Dr. Margules von der Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus, Dr. Jäger vom physikalischen Cabinete der k. k. Universität und ich Platz. Die Route führte uns über die Schanzen bei Floridsdorf, den Bisamberg, den ich noch nie so schnell übersetzte wie damals, Korneuburg und den Rohrwald. Wir passirten das Tayathal etwa 5 km westlich von Znaim, welches wir sehr genau erkannten, vor allem den Taya-Viaduct betrachtend, fuhren dann über Gr. Maispitz, Schönwald und Schiltern, und landeten gegen 4 Uhr Nachmittags in Damirov, $2^1/_2$ Wagenstunden südwestlich von Czaslau in Böhmen.

Nachdem die erste Fahrt eigentlich vornehmlich bezweckte, den Ballon auszuprobieren, so wurden nur Aneroid- und Thermometerablesungen und einige auf die Windgeschwindigkeiten abzielende Beobachtungen gemacht.

Wir hatten beim Aufstiege 13 Ballonsäcke d. i. rund circa 250 kg Sand als Ballast mit, und landeten nach beiläufig 3stündiger Fahrt mit noch 5 Säcken, d. i. ca. 100 kg.

Der Ballon selbst hielt sehr gut gasdicht, obgleich er nur 2 mal gefirnisst war**).

---

*) Siehe unter Anderem Silberer's „Allgemeine Sportzeitung“ vom November-Dezember 1893.

**) An den Näthen 3 mal.

Die Landung erfolgte, ohne dass ich von der Reissleine Gebrauch machte, und genügte das Gewicht der Landungsgeräthe, wie Ankertau Schleifleine etc., um den Ballon ohne Hilfe von Leuten zum Landen zu bringen.

Die erreichte Maximalhöhe war ca. 1200 m, der Ballon hielt sich durchschnittlich in einer Höhe von 800—1000 m.

Die Windgeschwindigkeiten variirten anfangs von 20—30 m, später betrugen sie 15 m und weniger per Secunde. Die totale Weglänge ist ca. 280 km, die Fahrtdauer betrug ca. 3 Stunden.

Die genaue Beschreibung des Ballons sammt den wissenschaftlichen Ergebnissen der ersten Fahrt werden in der Zeitschrift f. Luftschiffahrt u. Physik d. Atmosphäre*) erscheinen.

Ich schliesse mit dem Wunsche, es möge dem Vereinsballon „Ferdinand Carl“ beschieden sein, recht viele Fahrten zu Nutz und Frommen der Wissenschaft zu unternehmen, welche ebenso glücklich enden mögen, wie seine erste Fahrt von Wien nach Czaslau.“

Kleinere Mittheilungen.

Ueber Ballonphotographien**).

Von Oberlieutenant **Hinterstoisser.**

Am 11. November 1893 habe ich im Camera-Club, dem ich anzugehören die Ehre habe, über das Photographiren vom Ballon aus einen ähnlichen Vortrag gehalten; mit grosser Freude spreche ich heute im Flugtechnischen Vereine über dasselbe Thema, das von allen Seiten, von Berufenen und Unberufenen die verschiedenste Beurtheilung gefunden; bald wird dasselbe in den Himmel gehoben und man erwartet Resultate, die an das Unglaublichste grenzen, dann wieder wird ihm jede Existenzberechtigung abgesprochen! In medio virtus! Leider stehen mir heute nicht so vielerlei Aufnahmen zur Verfügung, wie damals am 11. November, denn das Vorliegende ist alles nur „inländisches“ Fabrikat — und in Oesterreich haben wir in diesem Fache kaum angefangen zu arbeiten, — die so hübschen und gelungenen Aufnahmen des Herrn Kameraden Gross, die derselbe als Militair-Luftschiffer und später als Führer des Humboldt und des Phönix angefertigt, habe ich bereits seit Wochen retournirt. — Aus den Aufnahmen, die die Herren hier sehen, kann man das Urtheil schöpfen, dass man aus den Ballon-Photographien vieles, aber nicht alles entnehmen oder auffinden kann.

Vorerst will ich von der Geschichte der Ballon-Photographie einiges erzählen. Schon in den fünfziger Jahren hat man versucht, vom Ballon aus zu photographiren, und man erzählt sich auch, dass vor der Schlacht von Solferino i. J. 1859 Nadar versuchte, das Vorfeld zu photographiren; jedoch misslangen diese Bilder vollkommen. Nadar, Giffard und Dragon arbeiteten in den folgenden Jahren unermüdlich weiter, doch blieben die Erfolge weit hinter ihren Erwartuugen zurück. Als aber die raschwirkenden Trockenplatten im Jahre 1873 durch Burgess erfunden wurden, er-

*) Siehe das Maiheft des lauf. Jahrg. dieser Zeitschrift.

**) Vortrag, gehalten am 12. Januar 1894 im Flugtechnischen Verein in Wien.

oberten sich dieselben auch bald das Reich der Lüfte. Am 14. Juni 1880 machte Desmaret bei Rouen vom Ballon „Gabriel“ aus mit Bromsilber-Gelatine-Platten die ersten tadellosen Aufnahmen. Derselbe benutzte einen Aplanat von Derogy mit einer Brennweite von 29 cm. Der Momentverschluss war elektrisch auszulösen und gestattete eine Exposition von $^1/_{20}$ Sekunden (Moedebeck). Und seit jener Zeit arbeiten auf dem nun eröffneten neuen Gebiete alle Civil- und Militair-Luftschiffer unverdrossen weiter. —

Ich muss nun vor allem einschalten, dass der Ballon-Photograph eine Speçies der Liebhaberphotographen sein muss und dass es ein grosser Irrthum wäre, wenn man glauben wollte, das Photographiren wäre einfach genug, dass der Luftschiffer den Apparat nur in den Korb nehmen dürfe, zu exponiren hätte und dann einem Berufs-Photographen die Platten zum Entwickeln übersenden könne Will man vom Ballon aus photographiren, so muss man vorerst zu einem tüchtigen Lehrer gehen und einige Uebung im Photographiren besitzen, dann kann auch der Erfolg nicht ausbleiben.

Was hernach die photographischen Utensilien anbelangt, so ist zuerst eine massive aber nicht zu schwere Camera nothwendig. Man kann die Ballon-Adaptirung, welche die Camera mit dem Korb fest verbinden soll, zurücklassen und eine gewöhnliche Hand-Camera (Lechner-Universal oder dergl.) mitnehmen. Was die Platten betrifft, entsprechen alle Trockenplatten-Fabrikate, ich würde Lumière empfehlen, doch sind auch die Thomas-, Germania-, Apollo- und die meisten anderen Fabrikate hiezu geeignet. Die jetzt alles Land überfluthenden Films haben zwar die grosse Leichtigkeit für sich, besitzen aber zur Zeit nicht dieselbe Sensibilität, wie die anderen hochempfindlichen Trockenplatten, doch sind sie zweifellos die Platten der Zukunft. Das zweckentsprechendste Plattenformat dürfte 13 : 18, und i. max. 18 : 24 sein. Der wichtigste Theil der Ausrüstung ist offenbar das Objectiv. Man verwende das lichtstärkste, was zu erfragen — also Zeiss, Goerz' Anastigmat Serie IIIa, Steinheil, Dalmayer und andere mehr; auch soll das Objectiv eine grosse Brennweite haben, um in der Tiefe richtiger zu zeichnen. Irisblende und ein rasch wirkender Momentverschluss (Constant) müssen auch empfohlen werden. Schliesslich gehört zur Ausrüstung noch für sämmtliche Geräthschaften ein stark gepolsterter Tornister, damit bei der Landung, die bekanntlich auch unsanft hin und wieder sich gestaltet, die gebrechlichen Gegenstände vor dem Untergange bewahrt werden.

Bei Ballon-Aufnahmen muss man unterscheiden: Solche vom Captiv und die vom Freiballon aus. Erstere, so wichtig sie speciell für den Soldaten sind, sind bedeutend mehr Störungen unterworfen, wie letztere. Der Ballon-captiv hat nämlich vornehmlich drei Bewegungen, die störend den Photographen beeinflussen. Erstlich ist es die Bewegung auf und nieder in verticalem Sinne. sodann das Pendeln in der Horizontalen, welch' beide Bewegungen von der Windstärke und der Grösse des Auftriebes abhängig sind. Endlich eine rotirende Bewegung, die wieder vom Drall des Captivtaues abgeleitet werden muss. Die Aufnahmen vom Captiv-Ballon verunglücken in Folge dessen wenn nicht meistens, doch häufig. Sobald der Korb zum Aufstiege bereit, wird auch der Tornister mit dem Apparat und den Platten in denselben gegeben, der Ballon wird mit dem Kabel in die Höhe gelassen, bis das Commando zum Halten erfolgt. Der Aëronaut richtet nun den Apparat zurecht, stellt auf „unendlich“ ein und kann bei günstiger Beleuchtung auch etwas abblenden, dann visirt er über die Camera hinweg auf das aufzunehmende Object, wartet einen Augenblick der Ruhe ab und lässt sodann den Momentverschluss wirken; die Augenblicke der Ruhe sind aber sehr selten, ein ewiges Hin und Her, Auf- und Abpendeln — am ungünstigsten beeinflusst übrigens

die rotirende Bewegung die Aufnahme und ist der Hauptgrund verwackelter und unscharfer Bilder.

Da diese Aufnahmen doch sinngemäss mit schiefer Visur durchgeführt werden müssen, um den Recognoscirungs-Bericht des Vorfeldes durch beigebrachte Photographien zu vervollständigen, muss versucht werden, die Grenze festzusetzen, auf welche Entfernung gute Bilder noch möglich sind. Je höher der Ballon-captiv steht, um so grösser wird der Horizont und um so grösser der Radius, innerhalb dessen gute deutliche Bilder erwartet werden können. — Da aber Jedermann auf die Deutlichkeit und Sichtbarkeit verschiedene Anforderungen stellt, der eine das noch für gut erkennbar bezeichnet, was ein anderer nicht einmal mit der Lupe findet, so kann das nur im Allgemeinen angegeben werden: Bei einer Höhe des Captivballons von 800 m ist der Radius mit 4—6 km die äusserste Grenze, wo noch genug Details in der Copie aufzufinden. Dass hierbei der jeweilige Zustand der Atmosphäre, die Helligkeit, die Beleuchtug, das Objectiv, die Blenden-Oeffnung etc. Einfluss haben, braucht nicht erst erwähnt werden. —

Ich komme jetzt zum Photographiren vom Freiballon aus. Dies ist viel müheloser wie das Erstere und liefert auch durchwegs, aus der Natur der Sache folgend, bessere Bilder.

Nach meiner Ansicht soll man nicht im Steigen des Ballons, wie es einige sehr bekannte Aëronauten empfehlen, photographiren, sondern man soll abwarten, bis der Ballon die Gleichgewichtslage erreicht, einerseits, weil der Luftschiffer doch beim Steigen unausgesetzt auf die Führung des Ballons sein Augenmerk lenken muss und anderseits weil das Steigen — das Aendern der Höhenlage — bei Bildern, die mit schiefen Visuren (Vogelperspective) aufgenommen, doch nicht von gutem Einfluss sein kann. — Da der Ballon, sobald er in der Gleichgewichtslage schwebt, in der Regel nur eine Bewegung hat, die nach Vorwärts, so folgt daraus, dass nur die Geschwindigkeit des Windes, die ja den Ballon „mit Windes-Eile" über Flur und Feld treibt, die Schärfe und Deutlichkeit des Bildes beeinflussen kann. Je schwächer der Wind, je langsamer der Ballon über das Terrain dahinschwebt, um so kunstloser und einfacher ist es, gute Bilder nach Hause zu bringen. — Bei der freien Fahrt soll man, dem Ernstfalle angepasst, in der Regel in der Draufsicht photographiren, welche Bilder auch mehr Freude machen, wie die aus der Vogelperspective*). Windstärken bis zu 15 m pro Secunde geben die obere Grenze, wo man noch unter Umständen scharfe Bilder erhalten kann — ich spreche natürlich von der Windstärke jenes Theiles der Atmosphäre, in welchem der Ballon gerade schwebt, nicht von der Stärke des Windes, auf der Erde gemessen.

Dass es im Sommer einfacher ist vom Ballon aus zu photographiren, als zur Zeit der Herbstnebel oder des lichtarmen Winters, ist klar. Je besseres Licht und je klarere Luft, um so mehr Details, um so mehr Contraste und um so schärfer die Aufnahmen; hier muss ich noch einmal erinnern, das lichtstärkste Objectiv und einen raschwirkenden Momentverschluss mitzubringen. — Bei der Aufnahme die Sonne im Rücken oder zur Seite zu haben, ist ein Mittel, das angewendet, gute Bilder verspricht; gegen die Sonne aufzunehmen, würde zu stimmungsvolle Bilder abgeben. — Ebenso ist es klug und weise, nur in der Fahrtrichtung aufnehmen zu wollen, wobei die Verkleinerung des Verschiebungswinkels nur günstig wirken kann. — Es lässt sich auch die Grenze nach oben hin, von welcher Höhe aus noch gute Bilder zu erwarten sind, nicht bestimmen, weil dies lediglich von der Sichtigkeit und Klarheit der Atmosphäre abhängt. Es existiren Aufnahmen aus Höhen von 3000 m, welche gerade so scharf, wie Bilder aus 1000 und 500 m Höhe sind.

*) Hierbei hat man nur zu achten, dass nicht Theile des Korbes oder des Ankertaues in den Bildwinkel des Objectivs fallen.

Noch lange, bevor man zur Landung schreitet, soll man alle photographischen Utensilien im Tornister wohl verwahren und letzteren vielleicht am Ballonringe an der Ankerseite befestigen, besonders, wenn derselbe hoch über dem Korb angebracht ist, um so die Platten und die Camera bei der Landung vor dem Zerbrechen und Zerschellen zu bewahren. Ob es besser ist, den Tornister ganz hinauf bis zu den grossen Gänse-Füssen per Leine zu ziehen oder im Korbe zu verwahren, lässt sich schwer erörtern: man soll nur den Apparat ganz nach Hause bringen, das Wie sei jedem Einzelnen freigestellt*).

Ueber die Anwendung der Ballon-Photographie werde ich nicht viele Worte verlieren;

1. Zur militairischen Recognoscirung.
2. Zu Terrain-Aufnahmen und zwar bei der Mappierung oder photogrammetrischen Aufnahme.
3. Zur Correctur der barometrischen Höhenmessung

kann die Ballon-Photographie verwendet werden.

Ich schliesse nunmehr meinen Vortrag mit dem Bewusstsein, dass dies nur eine allgemeine Anführung einiger Erfahrungsdaten, dass derselbe durchaus nicht erschöpfend ist, ich wollte nur darauf hinweisen, dass auch die Ballon-Photographie in den Dienst der Wissenschaft gestellt werden könne, und dass man auch diese schöne Kunst bei dem heutigen Stand der photographischen Technik rege und fleissig üben solle.

Entgegnung auf Zorn's Kritik meiner „Flugtechnischen Betrachtungen." Herr Albert Zorn wirft mir in der Kritik meiner Broschüre „Flugtechnische Betrachtungen" (Februarheft 1894, Seite 40 d. Z.) insbesondere vor, dass ich den Aufbau meines Systems nicht auf Versuche gestützt habe und so zu Folgerungen komme, die in der Praxis sich gewiss nicht bestätigen.

Herr Zorn ist da im Irrthum; jede meiner Behauptungen ist durch Versuche gestützt und nicht, wie er meint, blos graue Theorie.

So habe ich schon im Jahre 1882 im hiesigen Ingenieur-Verein meinen überlasteten Ballon mit verschiedenartig einstellbaren Segelflächen fliegen lassen und diese Versuche haben erwiesen, dass bei Schrägstellung der Segelfläche die Fluglinie des Ballons constant jene Neigung annahm, welche die Theorie voraussagte.

In viel besserer Ausführung hat Herr Professor Wellner im Jahre 1883 oder 84, sowohl im Deutschen Verein zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin als auch im Ingenieur-Verein zu Wien, den Flug von schräg gestellten Flächen demonstrirt und damit erwiesen, dass es allerdings thunlich sei, solche Flächen als Horizontalruder in Anwendung zu bringen, damit ist aber auch nachgewiesen, dass das, was Herr Zorn (Seite 41) behauptet: die Schwerkraft dulde Flächen in der atmosphärischen Luft nur in vollkommen stabilem Gleichgewichte, ganz irrthümlich sei, und wahrscheinlich aus schlecht abgeführten Versuchen geschlossen ist.

Ebenso unrichtig ist Herrn Zorn's Behauptung: Die Schwere vermag wohl den Beginn einer Bewegung zu veranlassen, aber niemals unmittelbar eine Bewegung zu erzeugen ohne Beihülfe eines mechanischen Mittels. Die gewaltige Bewegung, welche der mit schräg eingestellter Segelfläche fallende Ballon und die Wellner'sche Segelfläche annimmt, ist ja allein das Resultat der auf die Segelfläche wirkenden Schwerkraft, und zur Erzeugung dieser Bewegung ist doch gewiss ein anderes mechanisches Mittel nicht erforderlich gewesen.

*) Ueber die Dunkelkammer-Arbeit endlich kann nichts besonderes empfohlen werden, höchstens, nie Rapid-, sondern langsam wirkende Entwickler zu verwenden, um mehr Details und durchgearbeitete Negative zu erhalten. — Aus ähnlichem Grunde präsentiren sich brillante Abdrücke (etwa Aristopapier) besser als matte (wie Platinpapier od. dergleichen).

Nicht weniger auf falschem Wege befindet sich Herr Zorn wenn er Seite 42 die Behauptung aufstellt, bei meinem Luftschiffe lasse sich eine Bewegung durch die lebendige Kraft nicht nachweisen.

Die Bewegung, welche das fallende Schiff durch die Schwere annimmt, ist ja die lebendige Kraft, welche in ihrer Wirksamkeit beim Segelflug jedem Beschauer so deutlich vor das Auge tritt.

Wenn weiters Herr Zorn nicht zu begreifen erklärt (Seite 43), wie es kommt, dass blos der Vogel durch Flügelschläge einen grösseren Druck auf die widerstehenden Luft ausüben kann, als sein Körpergewicht beträgt, so kann ich ihn nur darauf hinweisen, dass dies eben darum möglich ist, weil das Kraftvermögen des Vogels grösser ist als der Druck seines Gewichtes, während beim Menschen dies nicht der Fall ist. Derselbe ist für sein Kraftvermögen absolut zu schwer.

Ich möchte Herrn Zorn ferner auf die Versuche mit Steigschrauben hinweisen, welche ihm wohl darthun werden, dass die Hebung eines Körpers von einer nach meinen Grundsätzen bemessenen Schwere allerdings wirklich stattfindet.

Ich kann Herrn Zorn mit voller Bestimmtheit versichern, dass, sobald mein Schiff mit schräg gestellter Segelfläche dem freien Fall überlassen wird, dasselbe unter einem sich gleich bleibenden Winkel abfällt und dass, wenn die Segelfläche während dieses Abfalles aufwärts gedreht wird, das Schiff wieder steigt und, weil der Motor des Schiffes das Schiffsgewicht bewältigt, in jede beliebige Höhe steigen kann.

Ich habe allerdings ein solches Schiff nicht gebaut und nicht versucht, aber die Wirkung der Schwerkraft auf ein mit beweglichen Segelflächen ausgestattetes Schiff ist festgestellt. Die Arbeit der durch die Schwerkraft erzeugten lebendigen Kraft ist durch Versuche constatirt und ebenso sind Versuche mit Hebeschrauben bereits in zahlloser Menge durchgeführt, so dass ich wenigstens nicht mehr den geringsten Zweifel habe, dass, wenn einstens ein solches Schiff hergestellt wird, dasselbe auch die vorausgesagte Leistungsfähigkeit besitzen muss.

Ich habe mich im Vorstehenden nur soweit vertheidigt, als ich mich von Herrn Zorn angegriffen glaubte, vermeide es aber absichtlich, auf die von Herrn Zorn entwickelte Flugtheorie selbst näher einzugehen, denn obwohl ich mit derselben auch nicht in einem einzigen Punkte einverstanden bin, so will ich dem Urtheile Anderer über diese Aufstellungen nicht vorgreifen.

A. Platte.

Zur Frage der Fernkräfte beim dynamischen Fluge. Mit Beziehung auf die lichtvollen Ausführungen des Herrn Dr. Emil Jacob im Maiheft dieser Zeitschrift (S. 120), welche den Autor zu dem Schlusse führten, es müsse beim Fluge der Vögel und Insekten noch etwas Unbekanntes mit im Spiele sein und es müssten Kraftbeziehungen auch zwischen dem Flügel und den entfernteren Lufttheilchen bestehen, erlaube ich mir auf meine in No. 21 der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins am 25. Mai 1894 erschienene Abhandlung: „Ueber den Einfluss fluctuirender Windströmungen und regelmässiger Schwingungen auf die Grösse des Luftwiderstandes mit Beziehung auf den Bau des Vogelflügels“ mit der Bemerkung aufmerksam zu machen, dass jene von Herrn Dr. Jacob vermutheten Kraftbeziehungen wohl in nichts anderem bestehen können, als in der Wirkung der Luftschwingungen, welche die vibrirende Bewegung der Insektenflügel, beziehungsweise der Federn und Federntheile beim Vogelflügel hervorruft.

Indem ich in dem oben bezogenen Aufsatze den Beweis erbrachte, dass das Vorhandensein von Luftschwingungen den Luftwiderstand wesentlich vergrössern müsse, glaube ich zugleich den Weg gezeigt zu haben, welcher zur Erklärung des Experimentes mit der in einem Glase eingeschlossenen und durch ihren Aufflug das Gewicht des Ganzen nicht beeinflussenden Fliege führt.

A. Jarolimek.

Litterarische Besprechungen.

Annales de l'observatoire météorologique du Mont-Blanc (Altitude 4,365 mètres) publiées sous la direction de **J. Vallot,** fondateur et directeur de l'observatoire. I. Paris, G. Steinheil, 1893. XVI und 187 S. 1 Tafel, 63 Figuren. Quart.

Im vorigen Jahrgang dieser Zeitschrift S. 306—307 hat Herr Dr. Lachmann bereits mitgetheilt, dass die Vorarbeiten zur Errichtung einer meteorologischen Station auf dem Mt.-Blanc, von deren Beobachtungen man sich wichtige Ergebnisse versprechen darf, nahezu beendet seien. Ueber die gelegentlich der Vorversuche gewonnenen Beobachtungen*) liegt nun ein stattlicher Band vor; dieselben beziehen sich meist auf die unterhalb des Gipfels gelegene Station. Der Inhalt ist kurz folgender:

Vorschriften, welche alle Gelehrte zu beachten haben, die das Observatorium und seine Einrichtungen benutzen wollen — also eine „Hausordnung".

Vorbemerkungen und Geschichte. Enthält Angaben über den Zweck des Observatoriums und seine Ausrüstung nebst einem Grundriss; ausserdem chronologische Aufzählung aller das Observatorium betreffenden Ereignisse seit 1886.

J. Vallot, erste Reihe gleichzeitiger meteorologischer Beobachtungen, angestellt auf dem Gipfel des Mt.-Blanc, auf den Grands Mulets und zu Chamonix. Nach einer Einleitung über den Zweck und die nothwendigen Bedingungen solcher Beobachtungen werden die Curven für Luftdruck, Temperatur und Feuchtigkeit von den genannten drei Stationen sowie von Genf wiedergegeben. Dieselben reichen vom 16. Juli bis zum 12. September 1887.

J. Vallot, Studie über die Temperaturcorrection des Fortin-Barometers und der Aneroide.

J. Vallot, Schwankungen von Temperatur, Luftdruck und Feuchtigkeit auf dem Mont-Blanc und den tieferen Stationen nach den Beobachtungen 1887. Zugrunde liegen die Beobachtungen vom 16. Juli bis 17. August und von da bis zum 11. September. — Diese Zerlegung der ganzen Reihe ist willkürlich geschehen.

Die tägliche Amplitude betrug im Mittel:

	°
Genf	9.5
Chamonix	12.5
Gr. St. Bernhard	4.0
Grands Mulets	4.2
Mont-Blanc	3.5

Folgende Mitteltemperaturen wurden für die angegebenen Zeiten gefunden:

	16. VII — 17. VIII	17. VIII — 11. IX
	°	°
Genf	20.8	16.4
Chamonix	16.9	13.3
Gr. St. Bernhard	8.6	5.5
Grands Mulets	5.8	3 3
Mont-Blanc	— 6.5	—

Die Temperaturabnahme ergiebt sich für den ersten Zeitraum zu 0.61° auf 100 m oder 1° auf 164 m; dieser grosse Werth wird durch die Thallage von Chamonix, wo die Einstrahlung sehr gross ist, und durch die Vergletscherung des Gipfels, wodurch die Abkühlung der Luft ausser durch Ausstrahlung noch vermehrt

*) Diese selbst werden ausführlich in den Annales du Bureau central météorologique de France veröffentlicht werden.

wird, hervorgerufen. Die Strecke Chamonix bis zu den Grands Mulets gab im zweiten Zeitraum 0.50°, im ersten aber 0.58°. Die starke Abkühlung der Luft in der Nähe des Gipfels ruft häufig eine Wolkenkappe hervor und zwar bei sonst klarem Himmel — eine Erscheinung, die Vallot auch an anderen Schweizer Gipfeln bemerkt hat. Feuchtigkeitsbeobachtungen sind auf dem Gipfel nicht gemacht worden, nur an den unteren Stationen.

Die Luftdruckmittel betrugen

	16. VII — 17. VIII	17. VIII — 11. IX
Genf	727.7 mm	726.9 mm
Chamonix	674.7 „	673.4 „
Gr. St. Bernhard	570.0 „	567.5 „
Grands-Mulets	534.2 „	530.2 „
Mont-Blanc	426.3 „	420.8 „

Die nächsten Abhandlungen von J. und H. Vallot über das Fliessen der Gletscher, die Bewegung der Schneefelder und über eine Karte des Berges, desgleichen der Bericht des Ingenieurs Imfeld über einen Tunnelbau dicht unterhalb des Gipfels seien nur erwähnt. Die jährliche Schneemenge auf dem Gipfel schätzt Vallot auf über 1 m.

Es folgt dann eine Arbeit von Egli-Sinclair über die Bergkrankheit, die an anderer Stelle besprochen worden ist.

Weiter theilt J. Vallot wissenschaftliche Untersuchungen mit, die er in dem erwähnten Tunnel ausgeführt hat; derselbe ist kaum 14 m unterhalb des Gipfels horizontal angelegt und hat eine Länge von 52.5 m. Die Temperaturen waren am 15. August 1892:

Abstand vom Eingang	Temperatur des Eises	Temperatur der Luft
	°	°
aussen	—	— 11.7
0 m	— 12.2	— 13.2
8 „	— 15.5	— 15.9
28 „ (unter d. Gipfel)	— 16.6	— 16.1

Hieraus leitet Verfasser als mittlere Jahrestemperatur der Luft aussen den Werth von — 16.7° ab, jedoch ist derselbe sehr anfechtbar; Hann meint, dass er zwischen — 14° und — 15° liegen dürfte.

Sodann wird von H. Vallot über ein trigonometrisches Ausgleichverfahren berichtet.

Zum Schluss giebt J. Vallot eine Studie über Stürme im Jahre 1889 auf dem Mont-Blanc unter Beigabe zahlreicher Diagramme von Windstärkeregistrirungen. Letztere sind aber nicht Aufzeichnungen von Anemometern etc., sondern auffallend starke und häufige Schwankungen der Schreibfeder des Barographen, welche die bei Sturmstössen auftretenden Luftdruckänderungen veranlasst haben. Ausser den Mont-Blanc-Curven giebt Verfasser auch die von den Grands-Mulets und von Chamonix. Interessant ist dabei zu sehen, wie sich der Luftdruck unten und oben verschieden stark und auch zeitlich verschieden ändert. Zu genauen Registrirungen auf dem Gipfel hat er ein dem Manometer ähnliches Anemometer, das er Statoskop nennt, benutzt. Dabei findet er, dass der Luftdruck mit zunehmender Windstärke geringer wurde und umgekehrt; zur Erklärung sagt er: „Ich schliesse daraus, dass dann eine Reihe von Wirbeln die Atmosphäre rasch nach einander durcheilt; die Zunahme der Windgeschwindigkeit im Augenblick, wo das Centrum des Wirbels vorübergeht, scheint keinen Zweifel hierüber zu lassen.“ Dies ist nach dem Verfasser eine Bestätigung der Theorie von Faye, die bei den Meteorologen wenig Anklang gefunden hat. Zum Schluss sagt er, dass, wie um die selbst rotirende

Sonne sich Planeten und um diese wieder Monde drehen, man sich so auch das cyclonale System in einen Hauptwirbel und in Wirbel zweiter und dritter Ordnung zerlegt denken müsse, und dass man die grossartigsten Erscheinungen an irdischen Beispielen studiren und erklären könne!

C. Kassner.

Aeronautics*). October, November und December 1893. Die ersten 3 Nummern, October — December 1893, dieser neuen amerikanischen Zeitschrift enthalten mehrere für den Flugtechniker bemerkenswerthe Artikel.

Die Eröffnungsrede des aëronautischen Congresses zu Chicago, gehalten von dem Präsidenten O. Chanute, stellt zunächst einen allgemeinen Ueberblick über die Aëronautik dar.

Der Redner wendet sich dann zu einigen hervorragenden flugtechnischen Arbeiten und erwähnt die Veröffentlichungen von Prof. Langley, nach dessen Versuchen erwiesen sei, dass zum Heben von 100 kg theoretisch nur 1 HP erforderlich sei. Durch neuere Versuche sei es bereits gelungen, die Hälfte dieses Gewichtes schwebend zu erhalten. Eine Maschine von Maxim deren Leistung 300 HP effectiv betrüge, wöge pro HP nur 4 kg einschliesslich Wasser und Condensator. Herr Hargrave, welcher bereits 18 verschiedene Flugmaschinenmodelle theils mit Schrauben h eils mit Flügeln gebaut hat, welche alle wirklich fliegen. zieht die Flügel den Schrauben vor. Als eingesandt wird eine Abhandlung von Hargrave genannt, welche eine Maschine bespricht, deren Gewicht pro HP 5,35 kg beträgt. Von weiteren Zuschriften ist zu erwähnen eine Arbeit von Prof. Thurston und Crossland Taylor über die besten Formen und Constructionen tragender Flächen, sowie von Mr. Phillips aus England, welcher mittelst besonders geformter Flächen aus Holz 35 kg pro HP schwebend erhielt. Der Gleichgewichtsfrage legte der Redner grosses Gewicht bei und hielt deren Lösung für unerlässlich, bevor ein guter Fortschritt im dynamischen Fluge erhofft werden könne, denn der grösste Theil der Unglücksfälle rühre von der ungenügenden Sicherheit der benutzten Apparate her. Er erwähnte bei dieser Gelegenheit der Versuche meines Bruders mit festen Segelflächen, welche ein sicheres Durchgleiten der Luft von erhöhten Punkten gestatten.

Frank. H. Winston: Ueber den Segelflug. In diesem Artikel werden mehrere Beobachtungen mitgetheilt, wie sie an grossen Seglern des Meeres oder der Gebirge angestellt werden können. Durch Beobachtungen von erhöhten Punkten war es möglich, die Höhenlagen des Vogels beim Kreisen festzustellen. Demnach beginnt der Vogel nach einigen Flügelschlägen sich mit ausgebreiteten Schwingen gegen den Wind zu richten. Die Federn sind glatt an den Körper gedrückt und letzterer bietet dadurch möglichst geringen Widerstand. Bei etwas aufgedrehten Flügeln hebt sich der Vogel mit abnehmender Fluggeschwindigkeit. Jetzt werden die Flügel in ungleichem Winkel angehoben, wodurch eine Wendung des Curses eintritt und der mehr aufgedrehte Flügel mit mehr Auftrieb eine Schiefstellung in der Längsrichtung der Flügel ergiebt. Da der gehobene Flügel an der Aussenseite der Curve liegt, passirt der Vogel den Wind, indem die Flügel der Länge nach dem Winde eine geneigte Fläche darbieten und ein Sinken des Vogels verdinhern. Wird das Gleichgewicht hierdurch etwas gestört, so macht der Vogel einige corrigirende Flügelschläge, was besonders bei weniger grossen Seglern zu beobachten ist. Die Vorwärtsgeschwindigkeit ist jetzt fast aufgezehrt; durch die kreisförmige Bewegung trifft aber der Wind nur die Hinterkante der Flügel. Die Federn streuben sich namentlich an der Unterseite der Flügel und es tritt wieder Beschleunigung im Vorwärtsfliegen ein, wobei der Vogel etwas sinkt,

*) Vergl. die Ankündigung dieser neuen amerikanischen Zeitschrift S. 288 d. vorigen Jahrgangs.

bis er wieder wendet und gegen den Wind sich hebt. Dieser Darstellung steht die sehr verbreitete Ansicht entgegen, dass der Wind den Vogel im Fluge niemals von hinten trifft, sondern dass der Vogel beim Fliegen und Segeln den Wind stets überholt. Winston spricht sich auch über die Nachahmung des Segelfluges aus. Er hält eine bedeutende Geschicklichkeit und Uebung für erforderlich, um ein Unglück bei derartigem Segeln zu vermeiden, und vergleicht die Erzielung des künstlichen Segelfluges mit den Leistungen der Seiltänzer und Trapezkünstler.

A. P. Barnett weist auf die Schwierigkeit des Experementirens mit Flugmaschinen hin und empfiehlt die Methode des allmähligen Fortschreitens, um durch die Aneinanderreihung vieler kleinerer und sicherer zu erreichender Erfolge schliesslich zu grösseren Erfolgen zu gelangen. An der hierüber stattfindenden Discussion betheiligte sich auch Mr. Moy aus London. ein alter Flugmaschinenpraktiker, und erwähnte einer von ihm 1875 erbauten Maschine, welche 27 Pfd. per HP wog. Diesen Apparat habe ich seinerzeit in London noch auf dem Stapel gesehen. Es war ein System von Gleitflächen, welches durch Schraubenräder vorwärts getrieben werden sollte. Bei den Versuchen liess sich aber keine genügende Geschwindigkeit bis zur Erhebung des Apparates erzielen, obwohl die Maschine auf dem glatten Cementboden des entleerten Springbrunnenbassins im Crystallpalast herumrollte.

Die auf dem Titelblatt in No. 2 der Aeronautics dargestellte Flugmaschine von Maxim ist mit der von Moy seinerzeit versuchten im Princip ganz ähnlich, nur in riesigen Dimensionen ausgeführt. Der Apparat mit Maschine, Wasser und Feuerungsmaterial wiegt zwischen 5000 und 6000 Pfd., hat eine 300-pferdige Dampfmaschine und Gleitflächen von 5500 Quadratfuss. Die Gleitflächen dienen zum Theil als Condensatoren für den Abdampf. Um möglichst grosse Geschwindigkeit erreichen zu können, läuft die Maschine mit Rädern auf Schienen. Damit die Maschine nicht von den Schienen herunterfliegen kann, man aber dennoch eine Erhebung zu beobachten im Stande ist, sind über den Rädern in geringem Abstande Gegenschienen angebracht. Die Maschine ist, wie der Photodruck vermuthen lässt, bereits fertig ausgeführt, doch liegen über die Versuchserfolge noch keine positiven Angaben vor.

A. M. Herring: Der Flug des Bussards. Der Bussard wird als das Beispiel eines vorzüglichen Seglers genannt. Seine Flügelform ist charakterisirt durch die gespreizten Schwungfedern, die das Merkmal aller guten Segler sein sollen. Indem der Autor aber dieses Merkmal auch dem Albatros zuschreibt, begeht er einen Irrthum; denn kein Vogel des hohen Meeres zeigt getrennt stehende Fingerfedern. Die viel segelnden Vögel sollen an dem Handtheil der Flügel besonders ausgebildete Muskeln besitzen, was auch bei dem Bussard bemerkbar sei. Das eigenthümliche Geräusch, welches man beim fliegenden Bussard hört, soll diesem den Namen gegeben haben. Herring behauptet, der Bussard verstehe auch in windstiller Luft dauernd zu segeln. Für letzteres dürfte aber vorläufig jede Erklärung fehlen.

C. W. Hastings liefert eine Abhandlung über das Problem der Luftschiffahrt, welche sich durch die drei ersten Nummern der Aëronautics fortsetzt. Nach kurzer Besprechung des Ballonfluges geht Verfasser auf die Einzelheiten des dynamischen Fluges ein. Er bespricht die Luftwiderstandsverhältnisse tragender Segelflächen und giebt den Vorzug der Formel $Pr = \frac{2 \cdot sin\, \alpha}{1 + sin^2 \alpha} \times P$, worin Pr der Normaldruck gegen die geneigte Fläche bedeutet, dagegen P den Druck darstellt, den die rechtwinklig von der Luft mit derselben Geschwindigkeit getroffene ebene Fläche erfährt. Es ist ein Diagramm dargestellt, aus dem die beim Gleitflug zur Anwendung kommenden Elemente abgelesen werden können. Interessant sind die Besprechungen über die Form der tragenden Flächen. Es wird aus der Molecularbewegung der

Luft die bekannte Verschiebung des Druckcentrums auf geneigte Flächen gegen die Vorderkante hergeleitet. Nach Loessel soll $D = (0{,}2 + 0{,}3 \cdot sin\, \alpha)\, L$ sein, wo D die Entfernung des Druckmittelpunktes von der Vorderkante und L die ganze Breite der Fläche bedeutet. Der Verfasser bespricht dann auch noch die vogelflügelförmig gewölbten Tragflächen und erklärt dieselben in ihrer Wirkung für vortheilhafter. Die Feststellung der besten Form sei Sache des Experimentes. Auch die günstigste Umfangsform tragender Flächen sei ein wichtiges Gebiet der Forschung. Er bedauert, dass hierüber gegenwärtig wenig bekannt sei. In den weiteren Berechnungen bezieht sich Hastings auch nur auf die Anwendung ebener Flächen, indem er den Schraubenpropellern eine längere theoretische Behandlung angedeihen lässt.

Gustav Lilienthal.

Vereinsnachrichten.

Münchener Verein für Luftschiffahrt.

In der Mitgliederversammlung am 31. October 1893 gab der Vorsitzende, Herr Professor Dr. Sohncke, zunächst einen Ueberblick über die Thätigkeit des Vereins während des Sommerhalbjahres, gedachte der hochherzigen Zuwendungen, die dem Vereine wurden, und widmete dem früh verschiedenen Director der meteorologischen Centralstation, Dr. Lang, einen warmen Nachruf.

Darauf hielt Professor Dr. Finsterwalder einen Vortrag „Ueber Ortsbestimmung im Ballon". Seit Langem schon beschäftigt Redner sich mit photogrammetrischen Reconstructionen und in letzter Zeit besonders mit dem Problem, aus photographischen Aufnahmen eines Theiles der Erdoberfläche, die aus dem Ballon hergestellt wurden, den Standort des Ballons im Momente der Aufnahme, sowohl seiner horizontalen wie verticalen Lage nach zu bestimmen. Die Lösung der Frage sei nicht so schwierig, wie dies zunächst den Anschein hat, und auf dem Wege der darstellenden Geometrie zu erreichen. Hiezu sei ein Haupterforderniss eine tadellose, in möglichst grossem Massstabe gezeichnete Karte und zeigte Redner an verschiedenen Beispielen, wie selbst die Positionsbläter in 1:25,000 diesen Constructionen nicht entsprechen. Auch Versuche mit Steuerblättern ergaben, dass durch infolge Trocknens der Blätter entstehendes Verziehen derselben oft wesentliche Unterschiede sich geltend machen. Was die photographischen Aufnahmen anlange, so seien hiezu auch schlechte Bilder noch zu verwerthen, so dass so ziemlich jeder handsame Apparat für Aufnahmen im Ballon zu wissenschaftlichen Zwecken sich eigne. Doch regt Finsterwalder die Construction eines Apparats mit drei in Winkeln von je 45 Grad zu einander stehenden Objectiven an.

Als zweiter Vortragender erklärte Dr. Emden in Kürze das von ihm construirte Metallthermometer unter Vorzeigung eines Modells. Die Basis des Ganzen sind zwei 0,2 Millimeter dicke, 1 Centimeter breite Metallstreifen in Spiralenform, bestehend aus 0,1 Millimeter dicken aufeinandergelegten Streifen, wovon der eine aus Silber, der andere aus Platin hergestellt ist. Diese zwei Spiralen sind entgegengesetzt an die Achse eines Zeigers angesetzt, wirken jedoch im gleichen Sinne infolge entgegengesetzter Anordnung der genannten Metalle. Redner erwähnt, dass an dem vorgezeigten Modelle die Aspiration noch mangelhaft sei, ein Fehler, der jedoch leicht zu beheben ist. Das Instrument verspricht im Ballon gute Dienste zu leisten, besonders nachdem die Scala desselben auf einige Meter Entfernung abgelesen werden kann.

Professor Dr. Vogel referirte über die in den August- und Septemberheften der „Zeitschrift für Luftschiffahrt etc." gebrachte Beschreibung des Ballon „Humboldt"

und seines Ersatzes „Phönix“ des Deutschen Vereines zur Förderung der Luftschiffahrt“ in Berlin. Referent erklärte an der Hand der Zeitschrift und der in dieser enthaltenen Detailzeichnungen sämmtliche construtiven Theile des genannten Ballons.

Am 21. November hielt Herr Georg Wellner, Professor der Maschinenbaukunde am Polytechnikum in Brünn einen Vortrag über die von ihm erfundene „Segelradflugmaschine“. Derselbe deckt sich inhaltlich mit dem gleichlautenden Aufsatze in Heft 3/4 d. laufd. Jahrg. dies. Zeitschrift.

Am 12. December sprach Herr Premierlieutenant Kiefer über „Flugbewegungen der Vögel“. Der Vortrag behandelte das Ergebniss mehrjäriger Untersuchungen über die Flügelbewegung der Vögel. Die Einleitung bildete ein Ueberblick über den Stand der Aviatik während des letzten Jahrzehntes, wobei festgestellt wurde, dass auf diesem nunmehr so viel bearbeiteten Gebiete ein wesentlicher Fortschritt während des genannten Zeitraums nicht zu verzeichnen ist, da alle in neuerer Zeit angestellten Untersuchungen schon früher gefundene Resultate nur bestätigen konnten. Die Arbeiten von Prechtl, Müllenhoff, Marey und Langley fanden noch besondere eingehende Erwähnung. Referent wies sodann nach, dass die landläufige Erklärung der Flügelbewegung, soweit dieselbe für das Zustandekommen der Vorwärtsbewegung dient, aus anatomischen wie mechanischen Gründen nicht berechtigt ist, und betonte, dass die von ihm angestellten Untersuchungen sich ausschliesslich mit der Frage befassten, auf welche Weise der Flügelschlag die Vorwärtsbewegung hervorbringe; diess sei der Cardinalpunkt der ganzen Flugtechnik, wenn der Vogel als Vorbild dienen soll, da alle anderen Bewegungsarten der Vögel localer Natur sind und deshalb für die Flugfrage von secundärer Bedeutung seien.

Hieran reihte sich eine kurze, aber erschöpfende Schilderung der anatomischen Gestaltung des Flügels und wurden als Schlussergebniss der angestellte Untersuchungen folgende Thatsachen mitgetheilt:

Der Flügel ist als eine Modification der vorderen Extremitäten des Thierkörpers zu betrachten, ein Vergleich mit dem menschlichen Arm ist jedoch unstatthaft. Die Flügelbewegung vollzieht sich in gleicher Weise wie die Bewegung der Vorderbeine der übrigen vierfüssigen Thiere, nur ist die Bewegungsebene um 90° nach aufwärts und seitwärs gedreht zu denken. Um aber, ähnlich wie die übrigen Thiere auf dem Boden, für die Bewegungsorgane in der Luft den nöthigen Stützpunkt für die Vorwärtsbewegung zu finden, muss der Vogel ausserdem mit den Flügeln nach oben ausholen, dieselben hierauf nach abwärts bewegen und dadurch den Widerstand, den die Flügel schon an und für sich in Folge ihrer Gestalt und der hiedurch bedingten Fallschirmwirkung erfahren, noch entsprechend vergrössern. Jeder Widerstand von vorn ist während der ganzen Flügelbewegung möglichst vermieden. Eine Aufdrehung der Flügel oder einzelner Federn während des Niederschlages von hinten nach aufwärts ist anatomisch unmöglich und mechanisch undenkbar; ebenso ist eine Wölbung des Flügels nicht vorhanden, wohl aber eine Aufbiegung der äussersten Theile der Flügel in der Richtung der Längslinie. Der hiedurch sich ergebende Widerstand von aussen nach innen scheint hauptsächlich als Stützpunkt für die Vorwärtsbewegung benützt zu werden.

Zum Schluss wurde noch angegeben, in welcher Weise sich die gefundenen Resultate maschinell verwenden lassen, wobei vor einigen naheliegenden Irrthümern gewarnt und insbesondere der Versuch, die Stabilität einer Flugmaschine, welche nach Art der Vögel arbeitet, bei einem unbenannten Modell erzielen zu wollen, als aussichtslos bezeichnet wurde.



Die Auffahrten des Registrir-Ballons „Cirrus".

Von **R. Assmann.**

In unserer Zeitschrift und an vielen anderen Stellen ist der hochwichtigen Experimente Erwähnung gethan, welche man in Frankreich unter der Leitung von Gustave Hermite mit kleinen, unbemannten, mit meteorologischen Registrirapparaten versehenen Ballons angestellt hat, um diejenigen Höhen der Atmosphäre zu erforschen, welche der persönlichen Untersuchung durch Menschen verschlossen sind. Solche Ballons, welche man gewissermassen verloren gab, indem man es nur dem guten Glück überliess, ob sie selbst und ihre Registrirapparate aufgefunden würden, bezeichnete man wohl als „Ballons perdus." Die Ergebnisse der bisherigen Aufstiege sind verschiedentlich in dieser Zeitschrift mitgetheit worden.

Wenn es nun hiernach scheinen könnte, dass dieser Plan den französischen Forschern zu verdanken sei, so wollen wir doch nicht verfehlen, darauf aufmerksam zu machen, dass schon im Jahre 1882 im „Ausland" ein Artikel des damaligen Bauraths A. Meydenbauer in Marburg, jetzt Directors des „Photogrammetrischen Instituts" in Berlin, erschienen und in der Kölnischen Zeitung I No. 152, vom 3. Juni 1892 abgedruckt worden ist, welcher denselben Plan ausführlich erörtert und dessen Wichtigkeit eingehend begründet.

Immerhin werden wir den Franzosen die Priorität der ersten Ausführung dieses Planes zugestehen müssen. Aber wie es schon in dieser Zeitschrift 1893 No. 5 auf S. 125 ausgesprochen worden ist, haben alle bisherigen Experimente der Franzosen den Stempel der Unrichtigkeit der wichtigsten Registrirungen an der Stirn getragen, indem man den überaus mächtigen Einfluss der Strahlungsintensität der Sonne, welcher mit zunehmender Höhe ausserordentlich wächst, völlig vernachlässigte.

Es ist deshalb seitens des Verfassers schon seit mehr als 1½ Jahren an der Construction eines diesen Schwierigkeiten gewachsenen Registrirapparates gearbeitet worden, um den schönen Plan der Erforschung unzugänglicher Höhen in verbesserter Gestalt wieder aufzunehmen und so einwurfsfreie Registrirungen der physikalischen Verhältnisse in denselben zu gewinnen.

Ohne einer später erfolgenden ausführlichen Bearbeitung dieser Versuche vorzugreifen, wollen wir hier nur kurz einiges über die bisherigen Erfolge berichten.

Die Hauptschwierigkeit, correcte Temperaturangaben zu erhalten, ist, wie dies schon an anderen Stellen ausführlich erörtert worden ist, durch Anwendung des vom Verfasser eingeführten „Aspirationsprincipes" zu beseitigen. Die ferneren Unsicherheiten, welche in der Methode der Registrirung mittelst einer flüssigen, vor dem Gefrieren aber nicht zu bewahrenden Tinte, oder in dem Aussetzen der Registrirung aus anderen Veranlassungen ihren Grund hatten, führten zur Verwendung der ja an sich nichts weniger als neuen, aber für den genannten Zweck allein brauchbaren „photographischen Registrirung". Zugleich ergab sich als ein wichtiger Vortheil die Möglichkeit, an Stelle der für niedere Temperaturen (unter — 50°) durchaus nicht verwendbaren alkoholgefüllten Bourdon'schen Röhre, ein gewöhnliches Alkoholthermometer zu benutzen, wodurch man die Menge der zur Aspiration erforderlichen künstlich bewegten Luft erheblich verringern und damit das Gewicht des ganzen Apparats bedeutend verkleinern konnte.

Nach zahlreichen Vorversuchen, welche von Herrn R. Fuess ausgeführt worden waren, gelang es unter ausgiebigster Verwendung von Aluminium eine Camera zu construiren, in welcher auf einer mit Stolze'schen Bromsilber-Gelatine-Papier bespannten Richard'schen Registrirtrommel durch einen Spalt hindurch ununterbrochen ein Alkoholthermometer und der Hebel eines Barographen photographirt wird. Die Aspiration wird durch ein Exhaustorscheibenpaar bewirkt, welches mittels eines an einem abrollenden Stahldraht hängenden kleinen Ballastsäckchens von 500 g Gewicht in schnelle Umdrehung gesetzt wird.

Der erste Versuch erfolgte am 11. Mai 1894 in Gegenwart Seiner Majestät des Kaisers, bei welcher Gelegenheit ausserdem noch zwei freie Ballons („Phönix" und „Posen") sowie ein Fesselballon aufstiegen. Der aus einfacher gefirnisster Seide gefertigte Ballon „Cirrus", welcher 250 cbm fasst, wiegt mitsammt einem ganz leichten Netze etwa 42 kg, der Registrirapparat, welcher in einem leichten Korbgeflecht befestigt wird, 2,6 kg. Der Ballon, welcher mit 120 cbm Wasserstoffgas gefüllt war, entriss sich bei dem windigen und regnerischen Wetter den haltenden Händen so ungestüm, dass die für die Landung vorgesehene Zerreissvorrichtung schon frühzeitig in Zug kam und so den Ballon schon beim Aufstiege aufriss, sodass er nur eine Höhe von 700 m und nach 7 Minuten wieder die Erde erreichte. Trotz dieses Misserfolges hatte der Versuch gezeigt, dass die Registrirmethode ausgezeichnet functionirte und dass der Apparat nahezu unbeschädigt blieb.

Erst am 7. Juli konnte ein zweiter Aufstieg unternommen werden, nachdem noch allerhand Verbesserungen am Apparate vorgenommen worden waren.

Am 6. Juli stieg abends $6\frac{1}{2}$ Uhr unser Ballon „Phönix" von Charlottenburg aus auf, in Folge von dienstlicher Behinderung des bisherigen Ballonführers, Herrn Premierlieutenant Gross, geführt von Herrn Berson,

während Herr O. Baschin als Beobachter fungirte. Der „Phönix“ schlug zunächst die Richtung nach WNW, dann nach NW ein, behielt letztere auch während der ganzen Nacht, sowie am nächsten Vormittage nahezu unverändert bei und landete nach fast 19stündiger Fahrt in Mitteljütland.

Um gleichzeitige Aufzeichnungen aus grosser Höhe zu erhalten, liess der Verfasser am nächsten Morgen vor Sonnenaufgang, als der „Phönix“ etwa in der Nähe von Lübeck schwebte, um 3^h 40 a. m. den „Cirrus“ auf, dessen Registrirung auf das Vorhandensein von Tageslicht angewiesen war.

Dieses Mal war der Ballon mit dem Leuchtgas der Charlottenburger Gasanstalt vollständig gefüllt. Der Apparat, dessen Uhrwerk und Aspirator in Gang gesetzt war, wurde unter dem Netze aufgehängt, an dem Korbgeflecht waren Tafeln angebracht worden, welche in deutscher und polnischer Sprache dem Finder eine Belohnung von 50 Mk. zusicherten, falls der Registrirapparat uneröffnet abgeliefert werde. An einer starken Halteschnur wurde nun der Cirrus auf etwa 12 m Höhe emporgelassen, um den kleinen Greifanker an der aus dem Appendix heraushängenden Zerreissleine vorsichtig befestigen zu können. Diese von Herrn Prltnt. Gross erdachte ingeniöse Vorrichtung hatte den Zweck, den Ballon, sobald er der Erde ganz nahe ist, durch Wirkung des Greifankers aufzureissen und ohne Menschenhülfe selbstthätig zu entleeren. Zwar functionirte dieselbe vollkommen, aber sie wurde für diese Auffahrt in einer anderen, leider übersehenen Weise verhängnissvoll. Nachdem nämlich, als alles „klar“ war, der Aspirator tadellos „schnurrte“ und der Greifanker frei schwebte, die Halteleine möglichst hoch durchschnitten wurde, führte der mit einem freien Auftriebe von mindestens 130 kg „wie ein Champagnerpropfen“ aufstürmende Ballon einige kurze Seitenschwankungen aus, welche ein mehrfaches Umschlingen des Aspiratorsäckchens um die den Greifanker tragende Zerreissschnur herbeiführten, sodass uns sofort die Gefahr klar wurde, das erstere werde von dem Anker aufgefangen werden, falls es nicht wieder durch Lösung der Umschlingungen von demselben frei würde. Leider ist letzteres, wie aus den Aufzeichnungen ersichtlich ist, nicht geschehen, so dass auch dieses Experiment unter diejenigen gerechnet werden muss, welche mit einem der Sonnenstrahlung nicht völlig entzogenen Apparate ausgeführt worden sind. Bei der nächsten Wiederholung kann dieser Fehler leicht dadurch vermieden werden, das man den das Aspiratorgewicht tragenden Stahldraht von vornherein über den Anker hinaus ablaufen lässt, oder, was noch vortheilhafter sein dürfte, indem man den Anker ganz fortlässt und sich darauf beschränkt, dass die lang herabhängende Zerreissschnur von Menschenhänden ergriffen und so der Ballon aufgerissen wird.

Trotz dieses grossen Mangels des Versuches bietet derselbe noch Interessantes genug.

Der Ballon stieg mit gewaltiger Geschwindigkeit auf und wandte sich, ebenso wie sein Vorgänger „Phönix" nach WNW und NW. Nach 7 Minuten veränderte er seine Bahnrichtung, indem er nach links, also nach SW zu, abschwenkte, nach weiteren 5 Minuten bog er weiter nach links ab und kehrte nun, sichtlich schon in grosser Höhe schwebend, vollständig zurück, sodass er nun $7^h\,5^m$, 25 Minuten nach dem Aufstiege, aus WNW ziehend, den Ballonplatz nahezu wieder kreuzte. Unter geringer Rechtsschwenkung setzte er nun, an Geschwindigkeit sichtlich stark zunehmend, seinen Weg nach SE fort. Um $4^h\,25^m$ war er mittels eines guten Krimstechers eben noch erkennbar.

War somit unsere erstmalige Besorgniss, dass der „Cirrus" dem „Phönix" folgen und der Nord- oder Ostsee zueilen würde, durch die gänzlich veränderte Richtung beseitigt, so konnten wir doch nicht ahnen, welch' ausserordentliche Luftreise demselben bevorstand: gegen 3 Uhr Nachmittags kam er zur Erde nieder, und zwar in Bosnien, hart an der Drina, der Grenze gegen Serbien, bei Tavna im District Zvornik! Er hatte unter Abrechnung des nach NW gerichteten ersten Wegstückes, und der letzten halben Stunde, wo er ganz nahe der Erdoberfläche geflogen ist, einen Weg von rund 1000 km in 10 Stunden zurückgelegt, also eine mittlere Geschwindigkeit von 28 m in der Secunde erreicht.

Die Landung und Bergung des Ballons und des Apparates erfolgte durchaus programmässig, ebenso die Benachrichtigung seitens der Finder desselben. Herr Berson, der sprachenkundige, inzwischen aus Jütland zurückgekehrte Luftschiffer und Meteorologe, unterzog sich der wahrlich nicht geringen Mühe der Aufsuchung und des Rücktransportes. Trotz äussersten Beschleunigung der Hinreise waren aber doch 54 Stunden erforderlich, um an die Stelle zu kommen, welche der Ballon in 10 Stunden erreicht hat — ein Zeichen für die Unvollkommenheit unserer so viel bewunderten Verkehrsmittel — voraussichtlich aber auch ein erneuter Ansporn für die Erfinder lenkbarer Luftschiffe!

Das dem nahezu unversehrt gebliebenen Apparate entnommene, erst nach 10 Tagen entwickelte Photogramm liess in geradezu tadelloser Schärfe folgendes erkennen.

Um $3^h\,40^m$ bei einem Barometerstande von 764 mm und einer Lufttemperatur von 17.0^0 aufgestiegen, wurde um $3^h\,45^m$ ein Luftdruck von 550 mm, entsprechend etwa 2800 m Höhe, und eine Temperatur von 7^0 angetroffen. Der Aufstieg erfolgte demnach mit einer Geschwindigkeit von 9,2 m in der Secunde, die Temperaturabnahme war eine verhältnissmässig langsame, indem sie kaum $0,4^0$ auf 100 m betrug. Das Thermogramm lässt erkennen, dass in Folge der nächtlichen Ausstrahlung in den untersten Schichten eine Art Temperatur-Umkehrung vorhanden gewesen ist, woraus sich die geringe Temperaturabnahme erklärt.

Zeit	Barometerstand mm.	Höhe in m.	Geschwindigkeit des Aufstieges.	Temperatur C°	Temperatur-Abnahme pro 100 m.
$3^h\ 40^a$	764	40	—	17°	—
„ 45 „	550	2800	9,2 m. p. s.	7°	0,37°
„ 50 „	440	4600	6,0 „ „	— 2°	0,50°
„ 55 „	340	6600	6,7 „ „	— 15°	0,65°
4^h 0 „	250	9000	8,0 „ „	— 25°	0,42°
„ 5 „	200	10600	5,3 „ „	— 35°	0,62°
„ 10 „	160	12150	5,2 „ „	— 43°	0,52°
„ 15 „	125	13800	5,5 „ „	— 47°	0,24°
„ 20 „	110	14650	2,8 „ „	— 50°	0,35°
„ 25 „	95	15600	3,2 „ „	— 53°	0,32°
„ 30 „	85	16325	2,4 „ „	— 52°	— 0,14°

Die vorstehende Tabelle giebt die ferneren Werthe der Registrirung von 5 zu 5 Minuten Zeitintervall an, aus welcher hervorgeht, dass die Geschwindigkeit des Aufstieges mit besonders anfänglich ziemlich starken Schwankungen, im ganzen stetig von über 9 m auf $2^1/_2$ m p. Sec. abnahm, und dass die Temperaturabnahme bis über 12000 m Höhe (c. 13000 m roher Seehöhe) noch wahrscheinliche Werthe von im Mittel ziemlich genau 0, 5° pro 100 zeigt. Erst darüber hinaus scheint, als das Steigen des Ballons und hiermit die natürliche Aspiration nachzulassen begann, das Fehlen der constanten reichlichen Luftzufuhr um das Thermometergefäss herum die Registrirung empfindlich beeinflusst und uns zu hohe Werthe der Luftwärme geliefert zu haben.

Es sei dazu bemerkt, dass die Höhen bereits unter Zugrundelegung der vorgefundenen niedrigen Temperaturen berechnet sind — nicht aber etwa, wie so vielfach in ähnlichen Fällen vorgegangen wird, rohe Seehöhen unter Annahme einer Mitteltemperatur 0° der ganzen Luftschicht angesetzt wurden. Diese letzteren fallen bei so beträchtlicher Erhebung in sehr kalte Regionen naturgemäss viel zu hoch aus und zwar entspricht dem oben für $4^h\ 30^m$ mitgetheilten Luftdruck von 85 mm eine rohe Seehöhe von 17665, also um 1340 m grösser als die berechnete. H. Hermite giebt in seinen Berichten über die Versuche mit dem „Aérophile“ stets solche rohe Seehöhen an*).

Leider bricht um 4^{30} die Registrirung des Luftdruckes ab, veranlasst durch die irrthümliche, aber durch die bisherigen Erfahrungen hervorgerufene Voraussetzung, dass ein Barometerstand von weniger als 85 mm wohl nicht zu erwarten sei. Demnach reichte das Registrirpapier nur bis zu

*) Hiernach ist die vom „Aérophile“ erreichte Maximalhöhe von 16000 m um mehr als 1000 m zu erniedrigen. Unser „Cirrus“ hat daher bis auf weiteres die Ehre, das am höchsten in die Atmosphäre vorgedrungene „Gebild von Menschenhand“ zu sein!

diesem Werthe und die ganze folgende Curve ist deshalb ausserhalb desselben gefallen. So beklagenswerth dieses Fehlen der Registrirung auch ist, so hat es doch seinen Grund in einer bei ferneren Experimenten ohne weiteres zu vermeidenden Unvollkommenheiten des Apparats. Ohne Zweifel entsprach die Curve, welche sich in ihrem oberen Theile schon einer Graden nährte, nur um ein Weniges, vielleicht um 10—15 mm niedrigeren Barometerständen. Jedenfalls ist dieselbe bis zum Ende der bis 10ª reichenden Registrirung nicht wieder über 85 mm gestiegen, da auch keine Spur derselben auf dem Papier zu finden ist.

Als ein weiterer, leicht vermeidbarer Fehler des Apparates ist es zu bezeichnen, dass die Registrirung nur auf 6 Stunden Dauer berechnet worden war, was nach den bisherigen Experimenten der Franzosen als ausreichend anzusehen war. Dass die Fahrt 11 Stunden währen würde, war demnach nicht zu erwarten. So ist denn leider auch der ganze absteigende Ast der Curve unaufgezeichnet geblieben. Eine Umänderung des Apparats auf die Registrirung von niedrigeren Drucken und eine Dauer von 12 Stunden ist in der Vorbereitung begriffen.

Die Temperaturcurve, welche ausserordentlich scharf und klar ausgearbeitet ist, zeigt nun im Allgemeinen ein Ansteigen der Temperatur an, was wohl zu einem Theile als thatsächlich anzusehen sein dürfte, da einem Fortschreiten des Ballons in nicht unbeträchtlich niedrigere Breiten, von 52° bis 44° eine Erhöhung der Lufttemperatur auch in Höhen von 16000 m entsprechen musste. So wurde um 5ª —47°, um 6ª —45°, um 7ª —44°, um 8ª —41°, um 9ª —39°, um 10ª —37° registrirt. Auffälliger aber, und durch das Fehlen der Aspiration nicht ohne weiteres erklärlich sind zahlreiche, theilweise bis zu 10° reichende Temperaturschwankungen, welche mit einer gewissen Regelmässigkeit in Intervallen von 15 bis 20 Minuten registrirt worden sind. Ob dieselben etwa regelmässigen Bedeckungen der Sonne durch wogenförmig angeordnete Cirrusstreifen ihr Entstehen verdanken, oder ob sie aus anderen, in Fehlern des Apparates begründeten Ursachen entstanden sind, lässt sich nicht entscheiden*). Thatsächlich war der Himmel beim Aufstiege und auch in den nächsten Stunden mit Cirren bedeckt, deren Höhe Herr Prof. Sprung in Potsdam auf etwa 20000 m berechnet hat.

So sind die Ergebnisse dieses Versuches zwar noch vielfach lückenhaft, zeigen aber doch, dass man in Zukunft unter Berücksichtigung aller Möglichkeiten äusserst werthvolles Material für die Physik der höheren atmosphärischen Schichten wird erlangen können.

---

*) Vielleicht erklären sich dieselben durch fortgesetzte langsame Drehungen des Ballons, wobei das unaspirirte Thermometer in den Schatten des Apparates kommen musste.

Bemerkungen über die bei Ballonbeobachtungen erreichbare Genauigkeit

von **Sohncke** und **Finsterwalder**.

1. Höhenbestimmung.

Es ist bekannt, dass bei grösseren Aenderungen des Luftdrucks die Angaben eines Aneroids in Folge der elastischen Nachwirkung merkliche Fehler aufweisen. Für ein registrirendes Aneroid von Richard Frères (Paris) hat Herr Dr. A. Bock i. J. 1891 genaue Vergleichungen mit dem Quecksilberbarometer unter der Luftpumpe angestellt.*) Dabei wurde die Luftverdünnung anfänglich schnell gesteigert, dann einige Stunden lang ziemlich constant erhalten, und schliesslich schnell wieder verringert, um so den Verlauf einer Ballonfahrt einigermassen nachzuahmen. Die bei Ab- resp. Zunahme des Luftdrucks anzubringenden Correctionen erwiesen sich sehr verschieden, z. B. bei 600 mm gleich + 3,8 resp. + 6,9 mm. Wenn nun auf- und absteigende Bewegungen des Ballons wiederholt wechseln, so überlagern sich die durch die entgegengesetzten Druckänderungen erzeugten elastischen Nachwirkungen in uncontrollirbarer Art, sodass die anzubringende Correction jedenfalls auf einige mm unsicher ist. Bei der Höhenbestimmung mit diesem Aneroide können also leicht Fehler von 2 bis 3 mm, entsprechend Fehlern der Höhe bis 45 m, begangen werden. Das geschilderte Verhalten dieses Aneroides ist nun typisch für alle, wenngleich die absoluten Beträge der Fehler natürlich verschieden sein werden; z. B. sind die Correctionen bei einem von O. Bohne (Berlin) gelieferten Exemplar No. 2b (compensirt bis 5000 m) wesentlich kleiner. Nach viertelstündigem Verweilen in Luft von 580 mm und dann erfolgter Herstellung des gewöhnlichen Druckes bedurfte dies Aneroid in wiederholten Versuchen nur eine Correction von + 1,6 mm, gegenüber etwa 4 mm beim Richard'schen Instrument. Immerhin werden auch mit diesem Aneroid die Höhen sich leicht bis 25 m fehlerhaft ergeben.

Es scheint nun zunächst, als sei die Höhenbestimmung durch Quecksilberbarometer frei von so groben Fehlern, und als könne man daher auch die jeweils erforderlichen Aneroidcorrectionen durch gleichzeitige Ablesungen an einem mitgenommenen Quecksilberbarometer in zuverlässiger Weise bestimmen. Jedoch treten hier neue Fehler auf, so gross und so uncontrollirbar, dass für die Höhenbestimmung im Ballon dem Quecksilberbarometer thatsächlich kein Vorzug vor einem guten Aneroide zukommt. Das ergiebt sich aus folgender Betrachtung.

Der Druck eines Körpers auf seine Unterlage, d. h. sein Gewicht, hat nur dann den Werh mg (Masse mal Beschleunigung der Schwere),

*) Prüfung eines Richard'schen selbstregistrirenden Barometers für Luftschiffahrt. Im Jahresber. d. Münchener Vereins f. Luftsch. für 1891. München 1892. Anlage II.

wenn die Verticalgeschwindigkeit des Körpers constant, z. B. = 0, ist. Würde dagegen der Körper nebst seiner Unterlage die gleichförmig beschleunigte Bewegung des freien Falles ausführen, so wäre sein Druck auf die Unterlage (d. h. sein wirksames Gewicht) = 0. Fiele er aber mit geringerer Beschleunigung γ, so wäre sein Gewicht nur $m(g - \gamma) = mg.(1 - \gamma/g)$, indem der „nur theilweise an seiner Fallbewegung gehinderte Körper auch nur theilweise“ auf die Unterlage drücken würde*). Eine aufwärts gerichtete Beschleunigung $-\gamma$ vermehrt natürlich das Gewicht auf $mg(1 + \gamma/g)$. Diese Thatsache steht theoretisch fest; ausserdem ist sie experimentell von Poggendorf erwiesen.*)

Hiernach muss bei beschleunigter Fallbewegung des Ballons (und ebenso bei verzögerter Steigebewegung, die ja durch eine abwärts wirkende Beschleunigung zu Stande kommt) die Quecksilbersäule einen geringeren Druck ausüben als in der Ruhe (oder als bei gleichförmiger Bewegung), gerade so als sei das Quecksilber jetzt eine leichtere Flüssigkeit. Der an dem betreffenden Orte herrschende Druck der Luft wird also jetzt durch eine höhere Quecksilbersäule äquilibrirt werden als bei ruhigem Ballon. Beide Barometerhöhen verhalten sich wie $1 : 1 - \gamma/g$, nämlich umgekehrt wie die scheinbaren specifischen Gewichte in beiden Fällen.

Bei verzögerter Fallbewegung dagegen besitzt der Ballon eine aufwärts gerichtete Beschleunigung (ebenso wie bei beschleunigtem Aufstieg); das Gewicht des Quecksilbers erscheint dann um γ/g vermehrt. Zur Aequilibrirung des Luftdrucks genügt jetzt eine kürzere Säule als im ruhigen Ballon; beide Barometerstände verhalten sich $= 1 : 1 + \gamma/g$.

Nun hat bei jeder Ballonfahrt die Bahn eine mehr oder weniger wellige Form, d. h. Auf- und Abstiege wechseln vielfach miteinander. Die verticale Geschwindigkeitscomponente geht also vielfach von 0 zu irgend welchen endlichen Werthen über, d. h. es treten vielfach Beschleunigungen auf. Als Ursachen dafür sind u. A. Vermehrung oder Verminderung des Auftriebs durch wechselnde Bestrahlung, Ballastauswurf, Beschwerung durch Regen oder Schnee u. s. f. namhaft zu machen. Es unterliegt also keinem Zweifel, dass fortwährend Aenderungen des scheinbaren Gewichts der Quecksilbersäule gegenüber dem Ruhezustande auftreten müssen. Ueber den ungefähren Betrag dieser Aenderungen mögen ein paar Beispiele Aufschluss geben.

Der Ballon besitze irgend einmal die abwärts gerichtete Beschleunigung $\gamma = 3$ cm pro Secunde. Vermöge derselben erlangt er, ausgehend vom indifferenten Schweben, z. B. nach 5 Sekunden die Geschwindigkeit $15 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$

---

*) E. Mach: Die Mechanik in ihrer Entwickelung. 1883. S. 191 ff.

**) Ueber eine Abänderung der Fallmaschine. Poggendorffs Annalen 92. 1854. S. 179.

und hat in dieser Zeit 37,5 cm durchfallen. Dieser geringfügigen Höhendifferenz entspricht eine noch nicht sicher bemerkliche Differenz der Aneroidstände sowie der Stände eines unbewegten Quecksilberbarometers. Dagegen zeigt letzteres Instrument im Luftschiff jetzt viel zu hohen Stand; denn im vorliegenden Fall ist $\gamma/g = \frac{3}{981} = \frac{1}{327}$, also die Barometerhöhe $= \frac{327}{326} \times$ derjenigen, die bei Ruhe beobachtet würde. Wäre letztere also z. B. = 652 mm — entsprechend etwa der Meereshöhe 1320 m —, so würde man einen um $^1/_{326}$ höheren Stand, nämlich 654 mm oder 2 mm zu viel ablesen. Hätte gleichzeitig das Aneroid den richtigen Werth 652 angezeigt, so würde man, unter Annahme des beobachteten Quecksilberstandes als Normalwerthes, die falsche Correction + 2 mm für das Aneroid ableiten! Die Meereshöhe aber wäre um circa 26 m falsch bestimmt!

Unter Umständen werden auch wesentlich grössere Beschleunigungen vorkommen. Wäre z. B. eine vertical aufwärts gerichtete Beschleunigung $\gamma = 9{,}81 \frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$ vorhanden, so wird $\gamma/g = {}^1/_{100}$. Nach 5 Sekunden wird die Geschwindigkeit 49 cm erlangt und mittlerweile ein Aufstieg um 122,6 cm erfolgt sein. Liest man jetzt z. B. den Barometerstand 600 mm ab, so ist er viel zu klein gegenüber dem wahren Luftdruck; nämlich ein unbeschleunigtes Barometer würde $600\left(1 + \frac{1}{100}\right) = 606$ mm zeigen. Dieser Fehler von 6 mm bedingt aber eine Fälschung der Höhe um etwa 85 m. Eine jetzt vorgenommene Vergleichung mit dem Aneroide gäbe für letzteres die falsche Correction — 6 mm!

Bisher sind Fälle betrachtet, wo die absolute Aenderung der Meereshöhe während mehrerer Secunden nur gering war. Es kann aber auch vorkommen, dass trotz beträchtlicher Höhenänderung die Quecksilbersäule ihren Stand längere Zeit nicht merklich ändert. Wenn nämlich bei verzögertem Steigen oder verzögertem Sinken die Beschleunigung γ selbst veränderlich ist, so kann ihr Einfluss auf den Barometerstand denjenigen der absoluten Höhenänderung unter Umständen gerade aufheben.

Verfolgen wir noch die Angaben des Quecksilberbarometers, während der Ballon in seiner welligen Bahn von einem Maximum zu einem Minimum sinkt. Anfangs beim beschleunigten Sinken steht die Quecksilbersäule zu hoch (etwa um 2 mm wie im obigen Beispiel); schliesslich beim verzögerten Sinken steht sie zu tief, (etwa wieder um 2 mm). Der Ballon scheint also aus zu geringer Höhe in zu geringe Tiefe gesunken zu sein: seine wellige Bahn erscheint abgeflacht, in unserem Beispiel etwa 50 m zu flach. Derselbe Schluss ergiebt sich für den Aufstieg von einem Minimum der welligen Bahn zu einem Maximum.

Dass schliesslich eine merkliche Unsicherheit der Höhenbestimmung aus der mangelhaften Kenntnis der wahren Mitteltemperatur der vom Boden bis zum Ballon reichenden Luftsäule entspringt, ist allgemein bekannt. Für

einen Fehler der Mitteltemperatur von 1° beträgt der Höhenfehler etwa $^1/_{273}$, also z. B. 10 m für 2730 m Höhe.

Aus Allem geht hervor, dass die Ballonhöhe auch bei sorgfältigster Beobachtung mit den besten Instrumenten nur wenig genau bestimmt werden kann. Man wird kaum weit fehlen mit der Behauptung, dass keine der bisherigen, bei einer längeren Fahrt gewonnenen Ballonhöhen auf mehr als ± 30 m verbürgt ist.

2. Temperatur- und Feuchtigkeitsmessung.

Das Thermometer mit Aspiration ist ohne Zweifel das richtige Instrument zur Bestimmung der wahren Lufttemperatur. Dabei kann die Aspiration auf verschiedene Arten erzeugt werden, deren jede ihre eigenthümlichen Vorzüge und Nachtheile besitzt. Bei dem Assmann- v. Sigsfeld'schen Betrieb durch Federkraft ist das häufig erforderliche Aufziehen der Feder nicht bequem; und durch Verminderung der Aspiration beim Erlahmen der Feder können Fehler entstehen. Bei der Aspiration mit Injector und Balgbetrieb ist die unausgesetzt erforderliche Hand- (oder Fuss-) thätigkeit unbequem; und bei unregelmässiger Bedienung können ebenfalls Fehler entstehen. Indessen überzeugten wir uns durch eigene Versuche davon, dass diese Aspirationsart im Wesentlichen dasselbe leistet, wie die erstgenannte; nur bei starker direkter Bestrahlung bleibt die Thermometerangabe vielleicht bis 0,°1 hinter den Angaben des Assmann'schen Instruments zurück. Auch Herr Assmann sagt über diese Art der Aspiration, „dass man ohne Zweifel die auf dem Injectorprincip beruhende Aspirationsmethode in ihrem Erfolge als gleichwerthig mit der durch ein Laufwerk bewirkten ansehen darf.“*) — Bei der von Herrn Dr. Emden construirten Aspiration mit Gewichtsbetrieb braucht das Aufziehen nur alle $^3/_4$ Stunden zu erfolgen. Wegen des längeren Weges der Luft in dem Schlauch, der den Ventilator mit dem Psychrometer verbindet, muss der Ventilator allerdings besonders kräftig sein. Diese Aspirationsart dürfte indessen die Zukunft für sich haben.

Das Ablesen der in $1^1/_2$ bis 2 m Entfernung vom Korbrande befindlichen Thermometer erfordert nun entweder die Benutzung eines Fernrohrs, die im Ballon nicht bequem ist, oder das schnelle Heranholen der Instrumente, woraus kleine Fehler entspringen können. Von beiden Einwürfen frei ist die photographische Methode, bei welcher in regelmässigen Intervallen die dicht neben einander befindlichen 4 Instrumente: Uhr, Aneroid, trocknes und feuchtes Thermometer, jedesmal auf einer photographischen Platte aufgenommen werden.**) Hierzu genügt bei Tageslicht 1 Sekunde; bei Be-

*) Abh. d. k. preuss. Met. Instituts. Bd. I. No. 5. Das Aspirations-Psychrometer. Berlin 1892. S. 198.

**) Eine genauere Beschreibung dieser Vorrichtung findet man in der Schilderung unserer Nachtfahrten. Beob. d. met. Stat. d. Königr. Bayern. Bd. 15. 1893

leuchtung durch 2 kleine, durch einen Doppelaccumulator gespeiste Glühlampen bedurften wir bei unseren Nachtfahrten eine Expositionsdauer von 12 Sekunden; bei stärkerer Beleuchtung würden wenige Sekunden genügen.

Wie man nun aber auch die Beobachtungen anstellen möge: jedenfalls sind sie mit den unvermeidliches Fehlern behaftet, die aus der Trägheit der Thermometer entspringen.

Ueber dieses störende Nachhinken, d. h. das Zurückbleiben auch des best aspirirten Thermometers bei Temperaturänderungen haben wir gemeinsam mit Herrn Dr. Emden einige Versuche angestellt. Ein Assmann'sches Aspirationsthermometer von Fuess wurde aus einem Souterrainraum, in dem es längere Zeit verweilt hatte, in den darüber befindlichen Paterreraum durch ein quadratisches Deckenloch von 28 cm Seite binnen 7—12 Sekunden heraufgezogen, und dann wurden seine Temperaturen alle Viertelminuten abgelesen, während es gegen die Körperwärme des Beobachters durch grosse Schirme geschützt war. An einem anderen möglichst nahe aufgestellten Assmann'schen Aspirationsthermometer controllirte ein anderer Beobachter mittelst Fernrohr die wahre Lufttemperatur; diese schwankte übrigens während einer Versuchsreihe immer nur um ein paar Hundertelgrade. Die Uhrwerke wurden immer möglichst frisch aufgezogen gehalten. So stellten wir 8 Versuchsreihen an. Der Verlauf der Erscheinung erklärt sich im Wesentlichen aus dem Newton'schen Abkühlungsgesetz. Hiernach ist, wenn u den Unterschied der Temperaturen des Thermometers und der umgebenden Luft, t die Zeit, a eine Constante bedeutet:

$$-du = a.u.dt, \text{ also } u = u_0 . e^{-at},$$

wo u_0 der zur Zeit $t = o$ vorhandene Temperaturunterschied. Durch Einsetzung des nach $1^1/_2$ oder 2 Minuten beobachteten Werthes von u, sowie des beobachteten u_0 erhält man a. Im Mittel von 4 solchen Bestimmungen aus 4 Versuchsreihen ergab sich $a = 1,652$. Hiermit lassen sich die vom heraufgezogenen Thermometer in irgend welchen Momenten angezeigten Temperaturen berechnen. Für eine Versuchsreihe, während deren die Umgebungstemperatur $18^0, 95$ betrug (nur um wenige Hundertelgrade schwankend), und bei der das Instrument im Souterrainraum $14^0, 6$ gehabt hatte, sind die beobachteten und berechneten Zahlen zusammengestellt.

Minuten	0	1/4	2/4	3/4	1	5/4	6/4	7/4
Temp. beob.	$15^0,6$	$17^0,0$	$17^0,8$	$18^0,2$	$18^0,4$	$18^0,6$	$18^0,7$	$18^0,7$
Temp. ber.	—	$16^0,7$	$17^0,5$	$18^0,0$	$18^0,3$	$18^0,5$	$18^0,7$	$18^0,75$

Minuten	2	9/4	10/4	11/4	3	13/4	14/4	—	4
Temp. beob.	$18^0,79$	$18^0,8$	$18^0,83$	$18^0,85$	$18^0,89$	$18^0,9$	$18^0,9$	—	$18^0,95$
Temp. ber.	$18^0,8$	$18^0,87$	$18^0,9$	$18^0,91$	$18^0,93$	$18^0,93$	$18^0,94$	—	$18^0,95$

Die Rechnung lehrt ferner, dass eine anfängliche Temperaturdifferenz von 2^0 oder 1^0 oder $0^0,5$ sich der Umgebungstemperatur bis auf $0^0,2$ nach 1,39 resp. 0, 97 und 0, 55 Minuten genähert hat. Hiermit stimmen die Beobachtungsergebnisse der 8 Versuchsreihen recht befriedigend überein, wie

folgende Tabelle lehrt, in der ε einen kleinen, nicht genauer angebbaren Bruchtheil einer Minute bedeutet.

Ausgleichung bis auf $0^0,2$ in Minuten.

Anfängl. Differenz	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	berechnet.
2^0	$1^1/_4$	$1^1/_2 + \varepsilon$	$1^1/_2 - \varepsilon$	$1^1/_4 - \varepsilon$	—	—	—	—	1,39 Minuten.
1^0	$1 - \varepsilon$	$1 + \varepsilon$	$1 + \varepsilon$	$^3/_4 + \varepsilon$	$^3/_4 - \varepsilon$	$1^1/_4$	1	$1^1/_4$	0,97 „
$0^0,5$	$^1/_3 + \varepsilon$	$^3/_4 - \varepsilon$	$^3/_4 - \varepsilon$	$^1/_2 + \varepsilon$	$^1/_2 - \varepsilon$	1	$^1/_3$	$^3/_4$	0,55 „

Also 1^0 Temperaturdifferenz wird etwa binnen 1 Minute bis auf $0^0,2$ ausgeglichen; $^1/_2{}^0$ binnen $^1/_2$ Minute. Die Beobachtungen lehren ferner, dass 1^0 Temperaturdifferenz bis auf $0^0,3$ in beinahe $^3/_4$ Minuten ausgeglichen wird, bis auf $0^0,1$ in etwa 2 Minuten, und vollständig (d. h. bis auf ein paar Hundertelgrad) in 3 Minuten. Für grössere Temperaturdifferenzen ist die Ausgleichungszeit nicht sehr viel grösser, denn der anfängliche und wesentliche Ausgleich erfolgt sehr schnell. Bei Thermometern von grösserer Masse geschieht der Ausgleich natürlich etwas langsamer. Bei den Thermometern von J. Welsh*) hat sich der Ausgleich dagegen noch etwas schneller vollzogen als bei den Assmann'schen, nämlich binnen $^1/_2$ Minute bis auf $0^0,28$; und binnen $^3/_4$ Minuten vollständig.

Beachtet man die im Vorigen erläuterte Unsicherheit der Ballonhöhenbestimmung, sowie die aus dem Nachhinken der Thermometer entspringende Unsicherheit des Ortes, auf den sich die abgelesene Temperatur bezieht, so erkennt man, dass selbst bei absolut gleichzeitiger Ablesung des Barometers und Thermometers man nicht behaupten kann, dadurch die wirkliche Temperatur eines bestimmten Punktes der Atmosphäre auch nur bis auf $0^0,3$ sicher ermittelt zu haben. Wegen dieser weiten Fehlergrenzen darf auf die einzelne Beobachtung im Ballon kein sehr hoher Werth gelegt werden; erst die Vergleichung mehrerer Beobachtungen wird zu sicheren Schlüssen berechtigen. Oft wird es das richtige sein, mehrere in nicht weit auseinander liegenden Zeitpunkten bei nicht sehr verschiedenen Barometerständen gemachte Thermometerablesungen zu einem Mittel zu vereinigen, desgleichen die Barometerstände, und dadurch die angenäherte Durchschnittstemperatur (oder Feuchtigkeit) einer Luftschicht von ziemlicher Dicke und mittlerer Höhe zu erhalten. So verfuhr schon Welsh*), indem er je die innerhalb einer Schicht von 300 m Dicke angestellten Beobachtungen zu einer Gruppe vereinigte und ihr Mittel bildete. Ein ähnliches Verfahren ist auch von Herrn Kremser**) und jüngst noch von Herrn Assmann angewandt worden, desgleichen von uns bei der Verarbeitung einiger Fahrten des Münchener Vereins für Luftschiffahrt.

*) J. Welsh: Account of Meteor. Observ. in four Balloon Ascents. Phil. Transactions. 1853. S. 314.

*) a. a. O. S. 332.

**) Zeitschr. f. Luftschiff. IX. 1890. S. 81. Met. Ergebnisse der Fahrt des Ballons Herder vom 23. Juni 1888.

Kleinere Mittheilungen.

August Kundt †, der weltberühmte Physiker, Director des Physikalischen Institutes in Berlin, ist am 21. Mai 1894 in Folge eines chronischen Herzfehlers auf seinem Landgute bei Lübeck gestorben.

Von der wissenschaftlichen Bedeutung des Verblichenen, von seiner gradezu unerreichten Meisterschaft im Gebiete des physikalischen Experimentes, von seinen bahnbrechenden Arbeiten in der Akustik und Optik zu sprechen, ist unsere Zeitschrift weniger der geeignete Ort als die rein physikalischen Fachorgane; und in diesen ist dem trefflichen Manne uneingeschränkte Anerkennung zu Theil geworden. Hier liegt es uns ob, festzustellen, dass der Verblichene nicht nur seit einer Reihe von Jahren Mitglied unseres Vereins gewesen ist, sondern auch dem Ausschusse zur Veranstaltung wissenschaftlicher Ballonfahrten angehört hat. Mit regstem Interesse verfolgte er unsere Arbeiten auf dem Gebiete der Erforschung der physikalischen Vorgänge in der Atmosphäre. Auf seine Veranlassung wurden Luftproben aus den höheren Atmosphärenschichten entnommen, um über die oft behauptete, vielbestrittene Frage der Zunahme der Kohlensäuremenge mit der Höhe ein Urtheil zu gewinnen. Die diesbezüglichen Untersuchungen sind z. Z. noch nicht abgeschlossen. Kundt's wiederholt ausgesprochener Wunsch, selbst an einer unserer wissenschaftlichen Ballonfahrten theilzunehmen, wurde allein durch die drohender werdenden Symptome seines Herzleidens vereitelt.

Wer das Glück gehabt hat, dem nur allzu früh Verblichenen — August Kundt wurde am 18. November 1839 in Schwerin geboren — näher zu stehen, wird ihn mit seinem frischen, jovialen, stets liebenswürdigen und hilfbereiten Wesen um so schmerzlicher vermissen.

Ueber Naturnachahmung bei Lösung des Flugproblems. In den letzten Nummern der Zeitschrift war wiederholt nachdrücklich auf die Nothwendigkeit verwiesen, bei Lösung des Flugproblems die in der Natur gebotenen Vorbilder im Auge zu behalten. Wenn diese Mahnung auch ganz berechtigt erscheint, so ist eine Befolgung dieses guten Rathes doch erst dann möglich, wenn man die Natur-Erscheinungen richtig auffasst und zu erklären vermag. Das blosse Gesichts-Urteil ohne wissenschaftliche Schulung reicht nicht aus. Auch sind die Anordnungen in der Natur durchaus nicht alle mustergültig. Denn es giebt ebenso schlechte wie gute Flieger.

Ein Erfolg kann, wie überall, so auch in der Flugtechnik nur dann erzielt werden, wenn man ein klar erkanntes Ziel mit bekannten technischen Mitteln erstrebt, wenn sich das Problem zu einer einfachen Rechnung mit bekannten Grössen verdichtet.

Es ist also von grösster Wichtigkeit, dass man sich ganz klar darüber werde: was können und was sollen wir am Vogel nachahmen, welche Verhältnisse sollen wir copiren, welche nicht?

Aus der Naturbetrachtung ist die Grösse des Vogelgewichts und der Flügelflächen hinreichend bekannt. Eine grosse Zahl genauer Wägungen und Messungen finden sich in dem Werk von L. P. Mouillard „l'empire de l'air" Paris bei Masson 1881, ein durch eine reiche Fülle gut beobachteter Thatsachen und belehrender Daten ausgezeichnetes, leider wenig bekanntes Buch. Für einige der grössten, gut schwebenden Vögel gibt Mouillard folgende Flächenbelastungen: 1 Qudratmeter Fläche trägt beim grauen Geier (gyps fulvus) 7·1 kg (diese Zahl ist das Mittel aus 8 gemessenen Exemplaren), beim Ohrengeier 7·3, beim Pelikan 6.6 – 9 kg, beim Albatross 7·6 kg.

Man darf hieraus den Schluss ziehen, dass die grossen Vögel auf je $7^1/_2$ kg einen Quadratmeter Fläche zur Ausübung eines guten Segelfluges bedürfen, und diess wird auch für mechanische Apparate ausreichen.

Die Form der Flächen wird man den Vögeln wohl nachahmen müssen. Bei einer bestimmten Oberfläche gibt eine grosse Spannweite mit schmalen Flügeln die meiste Tragfähigkeit; doch sind solche Flügel wieder constructiv schlechter ausführbar. Man wird also nicht die Flügelform des Albatross sondern mehr die der grossen Geier wählen. Hier ist die Flügelbreite 0·18 der Spannweite.

Ebenso wird man die Wölbung der Flächen nachahmen, da die erhöhte Tragkraft gewöbter Flächen die Anwendung geringerer Bewegungs-Geschwindigkeiten gestattet. Der Gedanke, mit grossen Geschwindigkeiten zu fliegen und deshalb nur ebene Flächen anzuwenden, wie Herr Hureau de Villeneuve beabsichtigt, ist ebenso schön wie unpraktisch. Denn für den Anfang handelt es sich nicht darum, schnell, sondern überhaupt zu fliegen und insbesondere sicher zu landen. Das aber kann man nur, wenn man nach Bedarf auch ganz geringe Fluggeschwindigkeiten anzuwenden vermag.

Nunmehr erhebt sich die Frage nach dem Einfluss des Volums des Luftschiffes. Die Besprechung dieser Frage wäre unnöthig, wenn sie nicht in letzter Zeit wieder mit neuem Eifer behandelt würde. Die Naturbeobachtung ergiebt, dass das Volum des Vogels keine irgend merkliche Gewichts-Verminderung bewirkt. Z. B.: Eine Taube im ungefähren Gewicht von 300 gr hat ein Gesammt-Volum von noch nicht $^1/_2$ Liter. Die Luftverdrängung beträgt somit noch nicht 0·6 g. Nun ist aber diese Gewichts-Erleichterung (von $^1/_5$ Procent!) bei der Wägung schon abgezogen; denn auf der Wage ist der Vogel doch auch von Luft umgeben und hat das nämliche Volum wie beim Fliegen. Die Vögel sind also Flug-Apparate ohne Entlastungsballons und ohne grossen Stirnwiderstände.

Die Stirnwiderstände von Entlastungsballons, selbst wenn sie klein sind, sind aber sehr erhebliche. Rechnen wir ein Beispiel: Apparatgewicht 600 kg, hiervon $^1/_3$ durch Entlastungsballon getragen, dessen Hülle, sehr mässig gerechnet, 100 kg schwer. Volumen foglich bei Wasserstofffüllung 300 cbm, Länge 20 m, grösster Querschnitt 20 qm. Dies gibt nach den Renard'schen Formeln bei 10 m Fahrgeschwindigkeit ca. 42 kg Widerstand und erfordert ca. 6 HP Betriebskraft.

Damit kann man unter Anwendung entsprechender Flügel die 200 kg auch dynamisch schwebend erhalten, erreicht die doppelte Fahrgeschwindigkeit und erspart die fatale Gasfüllung.

Man kann also dem Vogel, was Flächen-, Gewichts- und Stirnwiderstandsverhältnisse betrifft, ohne grosse Schwierigkeit nachahmen, wie Herr Lilienthal es ja praktisch ausgeführt hat. Eine weitere Frage ist: wie soll die motorische Bewegung eingerichtet sein?

Die Nachahmung der oscillirenden Bewegung, welche für den Organismus eine Nothwendigkeit ist, begegnet technisch und praktisch grossen Unzuträglichkeiten. Nicht die geringste davon ist der Umstand, dass die steten Oscillationen eines Luftschiffes mit schlagenden Flächen die Insassen bald seekrank machen müssten.

Der vielfach vorgeschlagene Wellenflug bringt ausserdem keine Vortheile sondern nur Nachtheile, wie in dieser Zeitschrift zur Genüge nachgewiesen. Auch kommt er in der Praxis der guten Segler nicht vor. Zufällige Wellenbahnen in Folge von Luftwirbeln in der Nähe des Bodens sind allerdings häufig; aber der Segler in der Höhe wendet sie nicht absichtlich an. Der beste Beweis ist, dass ein so aufmerksamer und erfahrener Beobachter wie Mouillard gar nichts davon gesehen hat.

Man kann auch nicht sagen: diese Wellen sind so klein und rasch, dass sie sich der Beobachtung entziehen. Denn bei so raschem Wechsel von verticalen Geschwindigkeiten müssten Kräfte auftreten, viel grösser als der Organismus sie vertragen kann. Dieser letzte Gedanke ist überhaupt geradezu absurd.

Die Flugbahn muss also geradlinig sein; das gibt nicht nur den angenehmsten, sondern auch den ökonomischsten Flug. Indem man aber zu der geradlinig vorwärtsbewegten Drachenfläche ein motorisches Organ fügt, gelangt man zum Schraubenflieger. Diese Anordnung hat mit dem Vogel im Ruderflug eine tiefgehende Aehnlichkeit.

Der passive, tragende Theil des Flügel ist ersetzt durch die Drachenfläche die treibenden Theile, also hauptsächlich die äussern gespreitzten Schwungfedern durch die Schraubenflügel. Diese Trennung der tragenden und treibenden Function hat zur directen Folge, dass höchst einfache maschinelle Vorrichtungen mit continuirlicher Bewegung an Stelle des vielgliedrigen Vogelflügels treten, dessen eigenartiger Bau eben aus der Anpassung an die aus Oscillation und Translation zusammengesetzte, complicirte Bewegungsform entspringt. Diese Beziehung wurde andern Orts zur Genüge klar gelegt.

Aber auch der weitere Vergleich fällt keineswegs zu Ungunsten der mechanischen Vorrichtung aus.

Die Function der Drachenflächen ist entschieden eine rationellere als beim Vogel, weil bei diesem die Ungleichförmigkeiten der oscillirenden Bewegung den Effect beeinträchtigen. Den Effectverlust in den Schrauben hat der Vogel allerdings nicht in dem Masse. Denn da die Tragflächen des Vogels am Schlage mehr oder minder theilnehmen, so stehen sie in einem geringeren Neigungswinkel zum Horizont, bedürfen foglich eines geringern Antriebs. Die Treiborgane des Vogels, welche überdem gleichzeitig Tragorgane sind, sind also weit schwächer beansprucht als beim Schraubenflieger.

Indessen geben richtig construirte Zugschrauben sehr hohe Effecte, vorausgesetzt, dass sie in der Form correct und genügend gross, also nicht zu stark beansprucht sind, ferner dass grosse Flug-Geschwindigkeiten angewendet werden. Was also hier an Effect verloren geht, das und wahrscheinlich weit mehr verliert der Vogel durch die Intermission.

Der Arbeitsvorgang beim Drachenflieger ist also keineswegs ungünstiger, eher günstiger als beim Vogel, und es ist kein Grund abzusehen, warum solche Apparate nicht die nämlichen Effecte geben sollten wie jener.

Der zum Flug erforderliche Zug der Schrauben richtet sich nach der Geschwindigkeit, mit der geflogen wird, und der Grösse der frontalen Widerstände. Jedenfalls mache man die Schrauben thunlichst gross und kräftig. Denn je mehr man ihren Zug steigern kann, um so mehr lässt sich die Fahrgeschwindigkeit reduciren, indem man den Apparat auf einen steilern Drachenwinkel einstellt, und um so sicherer ist die Landung.

Der Mindestbedarf an Arbeit für eine solche Flugmaschine ist eine Pferdekraft auf je 40—50 kg Gewicht. Je mehr dieser Betrag überschritten ist, um so sicherer sind Landungs- und Abfahrts-Manöver, um so unabhängiger von atmosphärischen Zufällen wird der Flug. Grundsätzlich wird man daher die Flugmaschinen-Motore so stark als nur immer möglich machen.

Die praktische Flugmaschinen-Constructeure wie Maxim, Langley u. a. haben auch die Beschaffung der erforderlichen Arbeitsgrössen stets als Hauptaufgabe angesehen. Es erwies sich bei genauer Durcharbeitung sehr wohl möglich, die Maschinen um ein vielfaches leichter zu bauen als die Industrie bis jetzt sie herstellt; freilich werden sie auch complicirter und weniger dauerhaft. Thatsache ist aber, dass sich das erstrebte Ziel nur unter gründlicher Umarbeitung der jetzigen Motore erreichen lässt, und hier führt fast jeder im Princip richtige, consequent verfolgte Weg ans Ziel. So kann man sich die Aufgabe stellen, die Dampfmaschine zu aptiren oder einen leichten Explosionsmotor zu bauen, oder man kann eine Maschine mit andern als Wasserdämpfen nehmen etc..

Damit ist aber das Flugproblem noch nicht gelöst, wenn schon ein mächtiger Schritt vorwärts gethan ist. Die zweite, richtiger eigentlich erste Hauptfrage ist: die Erhaltung des Gleichgewichts in der Luft. Die richtige Function einer jeden motorischen Vorrichtung an Flugmaschinen, seien sie nach welchem System immer construirt, setzt eine ganz bestimmte Lage der Flugmaschine voraus, die Längen-Achse des Luftschiffs muss in einem bestimmten Winkel zur Flugbahn stehen. Für unsere Drachenflieger ist das ohnehin klar. Hier muss dieser Winkel bei eintretenden Störungen auch noch so regulirt werden, dass die Bahn eine dauernd geradlinige verbleibt und Wellenlinien möglichst vermieden werden, Der so gesteuerte Schwebekörper soll also einen schönen Schwebeflug ausführen. er soll auch, wenn der Motor einmal versagt, im ruhigen Vorwärtsflug bleiben und schräg absteigend zu Boden gehen. So bildet er erst die richtige Basis für die Motoren, deren Function dann darin besteht, dass die Flugbahn aus einer schräg absteigenden in horizontale, bezw. schräg ansteigende verwandelt wird. Diess also ist die technische Aufgabe. Sie kann gelöst werden: entweder durch eine von Hand gesteuerte Vorrichtung oder durch eine selbstthätig functionirende Steuerung, die aber nach Bedarf auch von Hand zu bedienen sein muss. Die zweite Methode ist offenbar die bessere. Besonders für den Anfang, wenn geübte Steuerleute noch nicht zu Gebote stehen, ist eine sicher und fein functionirende selbstthätige Steuerung eine ganz wesentliche Sicherung gegen Unglücksfälle. Das Fehlen einer solchen Einrichtung war höchst wahrscheinlich die Hauptursache des Misserfolgs Maxim's.

Auf die technische Lösung dieser Aufgabe soll hier nicht weiter eingegangen werden. Nur das sei bemerkt, dass es fehlerhaft ist, die Steuerung vermittelst der Motoren zu bewirken, so dass sie gleichzeitig mit diesen ausser Betrieb kommt, wie z. B. Wellner beabsichtigt, da sonst ein Versagen oder unregelmässiges Functioniren der motorischen Einrichtung unmittelbar zur Katastrophe führen muss.

Die Vögel reguliren mittels des Schweifes sowie durch eine, oft sehr ausgiebige Vor- oder Rückführung des Flügels. Die von mir beobachteten Möven scheinen keine hohe Segelgeschicklichkeit zu besitzen. Wenigstens wurden bei ihnen in regelmässigen kurzen Pausen sehr kräftige regulirende Einwirkungen nöthig, um entstehende Unregelmässigkeiten in der Flugbahn zu unterdrücken. Die Bewegungsformen waren dabei charakteristisch ähnlich denjenigen der bei den Versuchen benutzten künstlichen Flugkörper.

Die Drehungs-Achse bei diesen Schwankungen geht allemal durch den Schwerpunkt, nicht etwa durch einen höher gelegenen Punkt. Ein Flugkörper ist als freie Masse anzusehen, auf welche eine grosse Zahl äusserer Kräfte, die Schwerkraft, der Stoss der Luftmoleküle einwirken. Jede einzelne dieser Kräfte für sich bewirkt eine Parallelverschiebung des Körpers und eine Drehung um den Schwerpunkt. Die Resultante aller Wirkungen ist also gleichfalls eine Parallelverschiebung und eine Drehung um eine durch den Schwerpunkt gehende Achse. Wenn es oft anscheinend anders aussieht z. B. beim Kreisen, wo die Drehung des Körpers um einen seitwärts gelegenen Punkt zu erfolgen scheint, so ist diese Bewegung das Resulsat einer äusserst complexen Wirkung variabler Kräfte, welche einerseits den Körper im Bogen herum führen, während andere denselben mit einer der Bogenbewegung entsprechenden Geschwindigkeit drehen.

Die Aufgabe, ein Luftschiff in einer schräg abwärts gerichteten geradlinigen Bahn zu steuern, wurde lange Zeit — man darf wohl sagen allgemein — unterschätzt. Das landläufige Raisonnement lautet: man hängte die Flügel hoch und das Gewicht tief; der Auftrieb der Flügel und das Gewicht bilden dann ein Drehungs-Moment,

das den Körper stets richtig einstellt. Das beruht aber auf einer Verwechslung des Auftriebes eines Luftballons mit dem Winddruck auf die Flugflächen. Beim Luftballon stimmt die Rechnung. Hier hat man zwei senkrechte Kräfte: Auftrieb und Gewicht, die ein gewaltiges Drehungsmoment erzeugen, wenn der Körper seine Gleichgewichtslage verlässt. So ist es aber nicht bei einer Flugmaschine. Denn der Luftwiderstand wirkt nicht senkrecht nach oben, sondern senkrecht zu den Flugflächen und dreht sich mit diesen bis zueinem bestimmten Grade herum — wenn der vulgäre Ausdruck erlaubt ist. Daher kommt es, dass die corrigirrendeu Drehungsmomente, wenn sie überhaupt entstehen, stets verhältnissmässig klein sind und die Schwankungen nicht vollständig zu dämpfen vermögen. Nicht in allen Fällen entstehen aber corrigirende Kräfte, welche den Körper in seine Gleichgewichtslage zurück führen, es kann auch das Gegentheil stattfinden, und dann muss sich der Körper überschlagen.

Es giebt übrigens Flächencombinationen, welche stabil sind. Der einfachste und allgemeinste Typ ist die untenstehend skizzirte dreiflächigeAnordnung (Fig. 1.) Indem man Grösse und Form der Flächen sowie die Winkel ändert, welche sie zusammen bilden, kann man von der senkrechten abweichende schief gerichtete Flugbahnen erzeugen.

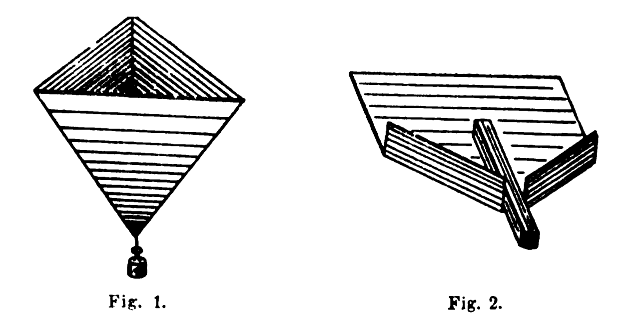


Fig. 1. Fig. 2.

Skizze 2. zeigt eine derart modificirte, aus einem Blatt Papier leicht herzustellende Form. Das eingelegte Holzstäbchen dient zur Regulirung des Schwerpunktes. Allein das Resultat ist hierbei kein günstiges. Gut stabil sind nur Formen mit stark aufgebogenen Hilfsflächen. Diese haben aber alle sehr steil abwärts gerichtete Schwebebahnen und sind wegen ihrer grossen Frontal-Widerstände zum schnellen Flug unbrauchbar. Nimmt man aber Formen mit geringeren Frontal-Widerständen, um flachere Schwebebahnen und grössere Geschwindigkeiten zu erhalten, so schwächt man die Stabilität in demselben Masse, wie man entweder die Winkel zwischen den Flächen stumpfer oder die zur Bewegungsrichtung steil stehenden Flächen kleiner mach.t

Die regulirende Kraft dieser Anordnung beruht eben darauf dass: 1) durch die in nicht zu stumpfen Winkel gegen einander gestellten Flächen die Längen-Achse gezwungen wird, einem bestimmten ziemlich grossen Winkel mit der Fahrrichtung zu bilden.

2) ein starkes Ueberschreiten der normalen Geschwindigkeit durch die grossen Frontal-Widerstände verhütet wird.

Es erscheint demnach unmöglich, aus einer starren Flächenanordnung einen gut stabilen und gleichzeitig für raschen Flug geeigneten Apparat herzustellen. Die Vögel sind künstlich gesteuerte Flug-Apparate. Aehnlich wie ein Radfahrer nach links und rechts müssen sie beim Segeln unaufhörlich nach vor- und rückwärts balanciren.

Will man den dynamischen Flug ausführen, so wird man sie wohl auch darin nachahmen müssen, dass man den Flugapparaten eine künstliche Steuerung gibt.

v. Parseval.

Bemerkungen über den Sitz der luftelektrischen Erscheinungen. In der Sitzung der Physikalischen Gesellschaft zu Berlin vom 16. März 1894, in welcher Herr Professor Börnstein über die in unserer Zeitschrift (Maiheft 1894) veröffentlichten „elektrischen Beobachtungen bei zwei Ballonfahrten" berichtet hatte, machte Geheimrath v. Bezold im Anschlusse daran interessante Bemerkungen über den Sitz der luftelektrischen Erscheinung, welche nach den „Verhandlungen der Physikalischen Gesellschaft" hier zum Abdruck gebracht werden mögen.

Hr. v. Bezold betonte vor allem noch einmal, wie Beobachtungen auf Bergen, auf hohen Thürmen oder mit Drachen nicht geeignet sind, über den Sitz der luftelektrischen Erscheinungen Aufschluss zu geben.

Es muss vielmehr das in solchen Fällen unvermeidliche Zusammendrängen der Gleichgewichtsflächen ein scheinbares Steigen des Potentialgefälles mit der Höhe im Gefolge haben, von dem man keineswegs annehmen darf, dass es in gleicher Weise in der freien Atmosphäre vorhanden sei.

Man kann deshalb nur von dem im Luftballon ausgeführten Untersuchungen die Entscheidung der Frage erwarten, wo man den Sitz der sogenannten Luftelektricität zu suchen habe.

Liegen jedoch solche Messungen vor, dann ergiebt sich auch die Antwort unzweideutig in der allereinfachsten Weise. Construirt man nämlich mit Hülfe der gewonnenen Zahlen für das Potentialgefälle eine Curve, welche die Abhängigkeit des Potentials selbst von der Höhe darstellt, so kann man die Antwort aus der blossen Gestalt dieser Curve sofort ablesen.

Natürlich nur unter der Voraussetzung, dass es statthaft sei, die Gleichgewichtsflächen sämmtlich als Parallelebenen zu der gleichfalls eben gedachten Erdoberfläche zu betrachten.

Diese Annahme wird aber im Flachlande und bei sogenannt normalem Wetter, d. h. bei Abwesenheit von Wolken, insbesondere von getrennten Wolkenmassen immer zulässig sein, da man das Potential an der Erdoberfläche im Vergleich zu den enormen Aenderungen desselben in verticaler Richtung als constant ansehen darf, besonders wenn das betrachtete Stück nicht allzugross ist und wenn man die Untersuchungen auf solche Höhen beschränkt, welche klein sind im Verhältniss zum Erdradius.

Macht man diese Voraussetzungen und nimmt man nun an, dass der Werth des Potentials in den verschiedenen Höhen bekannt sei, so braucht man denselben nur mit Hülfe rechtwinkliger Coordinaten durch eine Curve darzustellen, um durch den blossen Anblick der letzteren sofort über den Sitz der wirkenden elektrischen Mengen Aufschluss zu gewinnen.

Man wird hierbei im Anschluss an die thatsächlichen Verhältnisse mit Vortheil die Höhen im verticalen Sinne, d. h. als Ordinaten, und die zugehörigen Werthe des Potentials als Abscissen auftragen, ein Verfahren, dessen Anwendung sich nach entsprechender Abänderung jederzeit empfiehlt, so oft man mit der Versinnlichung des Zustandes in einer verticalen Säule zu thun hat, mag man hierbei Temperatur, Druck, Feuchtigkeit oder was immer für Grössen ins Auge fassen.

Hat man nun diese Curve, so giebt ihre Neigung gegen die Ordinatenaxe, gemessen durch die Tangente des Winkels, den die geometrische Tangente der Curve mit dieser Axe macht, unmittelbar den Werth $\partial V / \partial h$, d. i. das Potentialgefälle, die Aenderung dieses Werthes aber die in der betreffenden Höhe herr-

schende elektrische Dichtigkeit, d. i. die in der Volumeneinheit entsprechende Elektricitätsmenge, da, wie Hr. Börnstein hervorgehoben hat,

$$\frac{\partial^2 V}{\partial h^2} = -4\pi\rho \text{ ist.}$$

Für die unmittelbare Umgebung der Erdoberfläche hingegen gilt die Gleichung

$$\frac{\partial V}{\partial h} = -4\pi\rho',$$

wenn man unter ρ' die Flächendichtigkeit, d. h. die auf der Oberflächeneinheit befindliche Elektricitätsmenge versteht, und die Erde selbst als Leiter betrachtet.

Der Werth von $\partial V/\partial h$ ist bekanntlich in der untersten Luftschicht im allgemeinen positiv, und besitzt demnach die Erdoberfläche unter sogenannt normalen Verhältnissen eine negative Ladung.

Wäre nun diese Ladung allein vorhanden, so wäre das Potential dieser Fläche negativ.

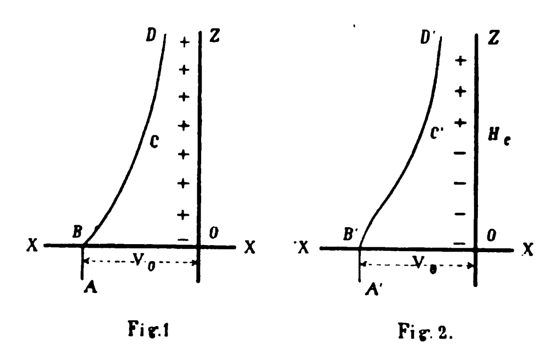


Fig. 1 Fig. 2.

Man legt ihm freilich gewöhnlich den Werth 0 bei, dies ist jedoch eine vollkommen willkürliche Annahme, und ist man ganz ausser Stand anzugeben, wie es sich damit in Wahrheit verhält, da man zur Bestimmung des wahren Werthes dieses Potentials über die elektrischen Verhältnisse der Atmosphäre bis in die höchsten Schichten hinauf bez. in den Weltraum hinein unterrichtet sein müsste.

Jedenfalls scheint es am naturgemässesten, diesen Werth, den ich mit V_0 bezeichen will, einstweilen negativ anzunehmen, und ist er deshalb auch in den vorstehenden Figuren vom Ursprung der Coordinaten nach links aufgetragen. Hinsichtlich der den Gang des Potentials versinnlichenden Curve *ABCD* (Fig. 1) steht demnach jedenfalls fest, dass sie unter normalen Verhältnissen unterhalb der Ordinatentaxe parallel verläuft, beim Erreichen dieser Fläche aber, d. i. beim Durchschneiden der Abscissenaxe in *B* nach plötzlicher Knickung in eine nach der Ordinatenaxe geneigte Linie übergeht.

Diese Neigung nimmt nach den Versuchen des Hrn. Börnstein rasch ab, und war demnach der weitere Verlauf dieser Curve an den betreffenden Tagen ein derartiger, dass er wenigstens dem Sinne nach durch das Stück *BCD* der Curve (Fig. 1) dargestellt wird.

Aus dem Sinne der Krümmung entnimmt man aber unmittelbar, dass $\partial^2 V/\partial h^2 < 0$ war, und dass dementsprechend an diesen Tagen in dem durchflogenen Theile der Atmosphäre freie positive Elektricität vertheilt war.

Würde die Curve eine Gestalt besitzen wie sie *A'B'C'D'* (Fig. 2) zeigt, so würde daraus folgen, dass sowohl an der Erdoberfläche selbst, als bis zu der Höhe OH_c freie negative Elektricität vorhanden sei, in noch höheren Schichten aber positive.

Einen Verlauf wie ihn das Stück $B'C'$ zeigt, glaubte man nach den Versuchen auf Bergspitzen bisher annehmen zu können, das Stück $C'D'$ wurde nur des Beispieles wegen beigefügt.

Dies schien genügend, um zu zeigen, wie eine derartige Darstellung über das Vorzeichen der in den verschiedenen Höhen vorhandenen Elektricitätsmengen auf den ersten Blick Aufschluss giebt. Um dies recht anschaulich zu machen, wurden die Vorzeichen, wie sie den beiden in Fig. 1 und Fig. 2 dargestellten Curven entsprechen, den betreffenden Stellen der Ordinatenaxe beigeschrieben.

Freilich erhält man aus den Messungen im Luftballon nicht das Potential selbst, sondern nur das Potentialgefälle. Die eben angestellten Betrachtungen werden jedoch hierdurch nicht beeinträchtigt, da man ja zunächst dieses Gefälle als Ordinaten einer Curve auftragen und dann durch mechanische Quadratur bez. planimetrisch die Werthe des Potentials für die verschiedene Höhen bestimmen, und in das oben beschriebene Diagramm eintragen kann. Bei rein qualitativen Betrachtungen, bei welchen es sich nur um Vorzeichen der Elektricität, sowie um angenäherte Angaben über die Dichtigkeit handelt, werden übrigens die Werthe des Potentialgefälles allein schon hinreichen, um die Curve des Potentials soweit richtig zu zeichnen, dafs sie genügt, um die zuletzt gestellten Fragen zu beantworten.

Ueber die Beziehungen des Potentialgefälles der Luftelektricität zur Höhe. Bei Betrachtung der am 18. August und 29. September 1893 von Herrn Börnstein beobachteten und in dieser Zeitschrift[1]) kürzlich mitgetheilten Zahlenwerthe für das Potentialgefälle der Luftelektricität fiel mir auf, dass die Abnahme derselben nach oben hin nur für die unteren und für die grössten erreichten Höhen sehr deutlich hervortritt. Zur Prüfung ihres Verhaltens in mittleren Höhen schien es zweckmässig, um sich von den, aus den Beobachtungen am Erdboden schon bekannten, kurz dauernden Schwankungen unabhängiger zu machen, die Zahlen für benachbarte Höhen in Gruppen zusammenzufassen, und ich bildete demgemäss die Mittelwerthe für aufeinanderfolgende Höhenschichten von je 400 m Dicke, wobei ich von beiden Fahrten nur die während des Abstiegs erhaltenen Werthe ausschloss, weil dieselben von den vorangegangenen durch mehrere Stunden getrennt und, einer freundlichen Privatmittheilung Herrn Professor Börnstein's zufolge, auch weniger verlässlich waren. Es zeigte sich, dass das Potentialgefälle $\frac{\partial V}{\partial h}$ nach den Beobachtungen vom 18. August von ungefähr 1800 bis 2100 m Höhe im Mittel von 37 auf 66 V/m anwächst, um erst für grössere Höhen rasch abzunehmen. Am 29. September vermindert sich der Mittelwerth von $\frac{\partial V}{\partial h}$ von 62,5 V/m in 758,5 m Höhe bis 8,5 V/m in 1379 m Höhe, wächst sodann bis 16,5 V/m in 2124 m Höhe und sinkt darauf stetig auf 0 in 3252 m Höhe. Hiernach würde sich die Abhängigkeit des Potentials selbst von der Höhe durch eine Curve von derjenigen Form darstellen lassen, welche Herr von Bezold[2]) als Beispiel für den Fall angegeben hat, wenn sowohl an der Erdoberfläche als bis zu einer mittleren Höhe über derselben freie negative Elektricität, in noch höheren Schichten aber positive vorhanden wäre.

Da trotz der bedeutenden Schwankungen der Einzelwerthe von $\frac{\partial V}{\partial h}$ die Gruppenmittel beider Fahrten sich mit der Höhe ganz stetig ändern, so wird man die Aenderung des Potentialgefälles innerhalb jeder 400 m dicken Schicht in erster Annäherung der Höhenänderung proportional annehmen und aus den Unterschieden

---

1) Börnstein, diese Zeitschr. **13**, 111—120, 1894.
2) v. Bezold, Verh. d. phys. Ges. z. Berlin **13**. 46—50, 1894.

des Mittelwerthes der betrachteten Schicht gegen diejenigen der Nachbarschichten berechnen können. Aus den Abweichungen der so sich ergebenden Werthe des Potentialgefälles von den in jeder Höhe beobachteten kann man in gewöhnlicher Weise den wahrscheinlichen Fehler der einzelnen Gruppenmittel herleiten und gewinnt hiermit einen Anhalt dafür, wie weit der gefundene Verlauf des Potentialgefälles in verschiedenen Höhen von der zufällig gewählten Gruppirung der Beobachtungen unabhängig ist In den nachfolgenden Tabellen. steht in jeder Reihe zunächst die Höhenstufe in Metern, für welche die Beobachtungen zu einem Mittel vereinigt wurden, darauf unter n die Zahl der Einzelwerthe, unter h die mittlere Höhe, unter $\frac{\partial V}{\partial h}$ das mittlere beobachtete Potentialgefälle in Voltmeter, unter δ die mittlere Abweichung der berechneten von den beobachteten Werthen, unter φ der wahrscheinliche Fehler des Mittelwerthes; endlich sind der bequemeren Uebersicht halber die Grenzwerthe angegeben, zwischen welchen das der mittleren Höhe wirklich entsprechende Potentialgefälle mit Wahrscheinlichkeit zu suchen ist.

I. Fahrt vom 18. August 1893.

Höhenstufe	n	h	$\frac{\partial V}{\partial h}$	δ	φ	Wahrscheinl. Werth von $\frac{\partial V}{\partial h}$ zwischen
1600—2000	5	1843	37,4	± 13,9	± 6,6	30,8 u. 44,0
2000—2400	3	2115	66,0	± 15,2	± 7,6	58,4 u. 73,6
2400—2800	7	2704	— 6,3	± 34,5	± 11,6	— 17,9 u. 5,3
2800—3200	5	2939	— 20,4	± 22,2	± 7,7	— 28,1 u. — 12,7

II. Fahrt vom 29. September 1893. Sämmtliche Werthe.

Höhenstufe	n	h	$\frac{\partial V}{\partial h}$	δ	φ	Wahrscheinl. Werth von $\frac{\partial V}{\partial h}$ zwischen
400— 800	2	758,5	62,5	± 1,7	± 1,1	61,4 u. 63,6
800—1200	3	1006	33,3	± 32,5	± 16,4	16,9 u. 49,7
1200—1600	2	1379	8,5	± 12,6	± 8,4	0,1 u. 16,9
1600—2000	6	1863	12,7	± 4,8	± 1,8	10,9 u. 14,5
2000—2400	6	2124	16,5	± 6,3	± 2,5	14,0 u. 19,0
2400—2800	10	2536	15,3	± 13,5	± 3,8	11,5 u. 19,1
2800—3200	10	3084	7,9	± 7,0	± 1,9	6,0 u. 9,8
3200—3600	2	3252	0,0	± 2,5	± 1,7	— 1,7 u. 1,7

III. Fahrt vom 29. September 1893. Ohne Null-Werthe.

Höhenstufe	n	h	$\frac{\partial V}{\partial h}$	δ	φ	Wahrscheinl. Werth von $\frac{\partial V}{\partial h}$ zwischen
400— 800	2	758,5	62,5	± 7,1	± 4,7	57,8 u. 67,2
800—1200	1	811	100	—	—	—
1200—1600	1	1521	17	—	—	—
1600—2000	5	1889	15,2	± 2,6	± 1,1	14,1 u. 16,3
2000—2400	5	2089	19,8	± 3,3	± 1,3	18,5 u. 21,1
2400—2800	6	2577	25,5	± 12,0	± 4,3	21,2 u. 29,8
2800—3200	6	3087	13,2	± 4,6	± 1,9	11,3 u. 15,1

Sowohl die Zunahme des Potentialgefälles am 18. August zwischen 1843 und 2115 m Höhe als auch die folgende Abnahme desselben bis 2704 m Höhe ist danach grösser, als dass sie auf die wahrscheinlichen Fehler der Beobachtungsergebnisse zurückgeführt werden könnten, wogegen seine Unterschiede zwischen 2704 und 2939 m Höhe noch innerhalb der Fehlergrenzen liegen. In den Ergebnissen vom 29. September kann man nur die Abnahme des Potentialgefälles bis 1006 m und

über 2536 m Höhe unter Voraussetzung der Gleichwerthigkeit sämmtlicher Beobachtungen als festgestellt betrachten. Zwischen 1379 und 2536 m Höhe greifen aber die Grenzwerthe in einander, so dass hier noch jede Annahme über das Verhalten desselben zulässig wäre. Wahrscheinlich wird deshalb die mittlere Aenderung des Potentialgefälles innerhalb dieser ganzen, mehr als 1 km dicken Luftschicht an jenem Tage nur klein und von wechselndem Vorzeichen gewesen sein.

Die grossen Abweichungen zwischen den beobachteten und berechneten Werthen des 29. Septembers rühren zum nicht geringen Theil von den häufigen Nullwerthen her, welche in verschiedenen Höhenschichten schon von 1034 m an auftraten. Wäre es gerechtfertigt, diese alle von den übrigen Beobachtungen auszuschliessen, so erhielte man, wie Tabelle III zeigt, eine entschiedenere Zunahme des Potentialgefälles von 1889 bis 2577 m und dann bis 3087 m Höhe einen gleichfalls schrofferen Abfall.

IV. Fahrt vom	15. Septbr. 1892.			1. Aug. 1893.			9. Aug. 1893.			17. Febr. 1894.		
Beobachter:	Tuma[1]			Le Cadet[2]			Le Cadet[2]			Baschin[3]		
Höhenstufe	n	h	$\frac{\partial V}{\partial h}$	n	h	$\frac{\partial V}{\partial h}$	n	h	$\frac{\partial V}{\partial h}$	n	h	$\frac{\partial V}{\partial h}$
400— 800	3	553	43,7	3	715	51,7		—		3	760	49
800—1200	3	980	53,3	4	1031	30,0	3	905	41,0		—	
1200—1600	1	1300	60	1	1300	33	2	1272	41,5		—	
1600—2000	1	1900	70		—		2	1842	29,5		—	
2000—2400		—			—		3	2170	19,3	5	2400	28
2400—2800		—			—		1	2520	16,0	3	2800	13
2800—3200		—			—			—				

In Tabelle IV habe ich die luftelektrischen Messungen anderer Beobachter in ähnlicher Weise wie diejenigen von Herrn Börnstein nach Höhenstufen geordnet. Ihre Ergebnisse widersprechen einander in Höhen unter 1000 m, in welchen die Unterschiede in der horizontalen Vertheilung des Potentialgefälles sich am stärksten fühlbar machen werden. Oberhalb 1000 m sind sie alle der Annahme günstig, dass zunächst bis zu einer mittleren, zu verschiedenen Zeiten verschiedenen Höhe eine Zunahme und später eine Abnahme des mittleren Potentialgefälles eintritt. Mag man aber auch die Gesammtheit der vorliegenden Beobachtungsergebnisse dahin deuten, dass das von allen kurz dauernden Schwankungen befreite, mittlere Potentialgefälle zwischen 1 und $2\frac{1}{2}$ km Höhe einzelne Maxima und Minima, oder dass dasselbe einen nahezu constanten Werth besitze, in beiden Fällen kann man, soweit auch horizontale Verschiedenheiten im Potentialgefälle ausser Betracht bleiben dürfen, dann ohne weiteres aus der Beziehung:

$$\frac{\partial^2 V}{\partial h^2} = -4\pi\rho$$

die Folgerung herleiten, dass die Dichte ρ der Luftelektricität innerhalb dieser Schicht, sei es an einzelnen Stellen, sei es überall verschwindend klein sein müsse. Dies aber würde unvereinbar mit der Annahme Exner's[1]) sein, nach

[1]) Tuma, Wiener Ber. **101** (IIa), 1556—1559; 1892.

[2]) s. Andrée, C. R. **117**, 729—732, 1893. Die Zahlen n bedeuten hier Reihen aus 8 bis 12 in nahezu constanter Höhe angestellten Beobachtungen.

[3]) Baschin, diese Zeitschr. **13**, 98—99, 1894. Die Zahlen n nach einer freundlichen Privatmittheilung des Herrn Verfassers. Hier wie theilweise auch bei Le Cadet sind Beobachtungen mit unmessbaren Ausschlägen nicht mit in Rechnung gezogen.

[1]) s. Exner, Exner Repert. **22**, 470, 1886 oder **24**, 242, 1888.

welcher die elektrische Dichte an irgend einem Punkte der Atmosphäre mit der dort vorhandenen Dunstspannung, wenigstens bei normalem schönem Wetter, einfach proportional zu setzen ist.

Besser scheinen die Beobachtungen der Annahme zu entsprechen, dass beide Arten der Elektricität in der Atmosphäre vertheilt seien und zwar die freie negative Elektricität in den unteren Schichten derselben, die freie positive in den etwas höheren Schichten überwiege. Natürlich liegt es dabei am nächsten, an Ausscheidungen von flüssiger und fester Form als an die Träger der beiden ungleichnamigen Elektricitäten zu denken. In der That wurde bei der Ballonfahrt vom 29. September 1893, die bei halb bewölktem Himmel stattfand, das Maximum des Potentialgefälles nach Tabelle II in einer Höhe erreicht, welche von der durchschittlichen oberen Grenze der Cumuluswolken nicht sehr weit ablag. Bei den Fahrten vom 1. August 1893 und 17. Februar 1894 wurde mehrmals während der Annäherung von Wolken das plötzliche Auftreten hoher Werthe des Potentialgefälles direct beobachtet, deren Vorzeichen allerdings mit der obigen Anschauung sich vielleicht nicht immer in Uebereinstimmung befand. Aber auch, wenn das Wetter, wie bei den Fahrten vom 15. September 1892, 1. und 18. August 1893, in der vom Ballon durchflogenen Strecke ganz heiter ist, darf diese Anschauung immer noch zur Erklärung herangezogen werden, da nach den luftelektrischen Messungen von Elster und Geitel[1]) zu Wolfenbüttel selbst in weiter Entfernung, bis zu 800 km, auftretende Niederschläge Veränderungen der sogenannten Schönwetterelektricität herbeizuführen vermögen und hierbei Regen und Schnee ein verschiedenartiges Verhalten zeigen.

Eine sichere Entscheidung über die eine oder andere der Theorien wird man natürlich erst von einer grösseren Anzahl von Beobachtungsreihen erwarten dürfen, deren Wichtigkeit auch am Schlusse der Abhandlung von Herrn Börnstein nachdrücklich betont wurde. Bei den weiteren Ballonfahrten aber, welche zum Zwecke luftelektrischer Messungen unternommen werden, wäre es sehr wünschenswerth, wenn durch verlangsamtes Aufsteigen und vielleicht öfteres Schweben des Ballons eine gleichmässigere Vertheilung der Beobachtungen über alle durchflogenen Höhenschichten erzielt werden könnte. Besonders jedoch möchte es dabei anzustreben sein, dass dieselben etwa zwischen 1 und $2\frac{1}{2}$ bis 3 km Höhe erheblich vermehrt werden, weil hier eben die Aenderungen des Potentialgefälles am langsamsten vor sich zu gehen scheinen und daher ihre Feststellung am schwierigsten, doch zugleich auch von grösster Bedeutung ist. Hierauf die allgemeinere Aufmerksamkeit hinzulenken, sollte der Hauptzweck der vorstehenden Betrachtungen sein.

Berlin im Juni 1894. Dr. E. Less.

Congrès de la science de l'atmosphère. Zu Antwerpen wird gelegentlich der dortigen Ausstellung in den Tagen vom 16. bis 19. August d. J. ein Congress zur Erörterung einzelner Themata aus dem Gebiete der atmosphärischen Wissenschaften zusammentreten. Er ist organisirt unter den Auspicien der Kgl. geographischen Gesellschaft von Antwerpen. Das Ehrenpräsidium haben die belgischen Minister des Innern und des Krieges übernommen. In dem zum Congresse einladenden Rundschreiben, das von General-Lieutenant Wauwermans als Präsident, Chevalier Le Clement de St. Marq als Generalsecretär und Wouvermans als Schatzmeister, ferner von den Fachgelehrten Lancaster und Vincent, sowie von van de Borren und Messens unterzeichnet ist, wird betont, dass es an der Zeit und daher Aufgabe des Congresses sei, die Arbeiten aller derjenigen zu concentriren, welche

[1]) Elster u. Geitel, Wiener Ber. **98**, (IIa), 952—955, 1889.

sich mit Untersuchungen über den Zustand und die Bewegungen der Atmosphäre beschäftigen, sowie mit den Mitteln, sie vorauszusagen und praktisch zu verwerthen. Die Einladung ist daher nicht blos an Meteorologen und Luftschiffer, sondern auch an Landwirthe, Seeleute, Ingenieure u. s. w. gerichtet.

Die Theilnehmer haben 10 Frcs. (Frauen und Töchter derselben 5 Frcs) zu entrichten, wofür sie an verschiedenen Vergünstigungen beim Congress selbst Theil haben und ausserdem die Vorträge, Verhandlungen und Mitgliederlisten im Drucke erhalten.

In dem angekündigten Programme sind folgende Themata vorgesehen.

I. Section. — Luftströmungen.

1) Allgemeine Theorie der Luftströmungen und der Ursachen, welche sie modificiren.
2) Methoden der Beobachtungen in verschiedenen Höhen.
3) Instrumente (Registrirapparate u. s. w.).
3) Karten der permanenten und variablen Luftströmungen.

II. Section. — Aërodynamik.

1) Messung der Geschwindigkeit des Windes.
Wirkung des Windes auf ebene Flächen.
Versuchsapparate.
Wirkung des Windes auf Gebäude, Brücken, Thürme u. s. w.
Bewegende Kraft des Windes { Aeroplane. Mühlen. Turbinen. Segel.
Hemmende Kraft des Windes { Transport zu Lande, zu Wasser und in der Luft.
2) Besondere Anwendung der Daten über den Luftwiderstand auf die Luftschiffahrt. Luftpropeller. Schrauben. Räder.

Kr.

Tod des Luftschiffer Lattemann. Bei der ziemlich grossen Popularität, welcher sich der in seinem Berufe verunglückte, stets wagemuthige Luftschiffer erfreute, dürften einige Mittheilungen über seine Person und insbesondere über den Unfall, der sein jähes Ende herbeiführte, allgemeines Interesse haben. Wir entnehmen daher der Krefelder Zeitung von 18. Juni d. J. folgende Einzelheiten:

Herr Luftschiffer Lattemann ist gestern Abend $7^1/_4$ Uhr infolge Versagens des Fallschirmmechanik aus beträchlicher Höhe — es waren nach Schätzung seiner Begleiterin 1500 m — niedergestürzt und wurde todt aufgehoben. Der Aufstieg erfolgte vom Garten der Centralhalle aus um 7 Uhr 5 Min. bei prachtvollem Wetter, fast gänzlicher Windstille, und verlief schlank und ruhig. Der Ballon, „Fin de Siècle" benannt, der ausser Herrn Lattemann auch dessen Begleiterin, die Luftschifferin Frl. Kätchen Paulus aus Frankfurt a. M. trug, wurde in östlicher Richtung über die Stadt getrieben. Etwa 10 Minuten lang mochte der Ballon gestiegen sein, als zu beobachten war, wie der sogenannte Touristen-Fallschirm, mit dem Frl. Paulus niedergehen sollte, losgelöst wurde. Der Schirm öffnete sich und schwebte langsam nieder, etwa 12 Minuten lang, über die ganze Stadt in östlicher Richtung, bis die junge Luftschifferin zunächst auf einem Baume im Garten der Villa Schönhausen des Herrn Karl Hügel an der Bockumer Landstrasse aufstiess, sich jedoch glücklich hindurchzwängen und gleich darauf auf der Erde wieder festen Fuss fassen konnte. Sie hatte in der Luft den Anblick des grässlichen Verhängnisses, das Herrn Lattemann ereilte. Man sah, wie er alsbald nach dem Ablösen des Fallschirms seiner Begleiterin das Gas aus seinem Ballon ausströmen lies, was nach

der Einrichtung des Ballons dessen Umwandlung in einen lenkbaren Fallschirm zur Folge haben sollte. Wahrscheinlich infolge eines Wirbelwindes (?) versagte die Vorrichtung, der Ballon klappte der Länge nach zusammen, und in wirbelnden Schlangenwindungen, mit rasender Geschwindkeit erfolgte dann der totbringende Absturz. Zwei Minuten — und Herr Lattemann lag blutüberströmt, ein verstümmelter, kaum wieder zu erkennender Leichnam, auf dem Strassenpflaster in der Diessemerstrasse, gegenüber der Einmündung der neuen Linnerstrasse, am schwarzen Bretterzaun des Langerfeldschen Gartens. Rasch hinzueilende Leute trugen den schon völlig Bewusstlosen zunächst in das Haus Diessemerstrasse 155, wo der Verunglückte den letzten Athemzug that. Die schreckliche Kunde hiervon durchlief im Nu die Stadt, allgemeine Aufregung verbreitend. Die Sanitätswache der Feuerwehr war mit dem Transportwagen alsbald zur Stelle und verbrachte die Leiche nach dem Todtenhause auf dem Friedhofe, geleitet von einer gewaltigen Menschenmenge. Frl. Paulus fuhr alsbald dorthin, um ihren unglücklichen Gefährten, den sie in der Luft in bester Laune verlasssen, todt wiederzusehen. Von Frl. Paulus erfahren wir noch, dass sie sich das Unglück schwer erklären kann, zumal da Herr Lattemann mit der grössten Sorgfallt zu Werke ging. Sie beobachtete. wie er fast bis zum letzten Augenblicke verzweifelte Anstrengungen machte, den Ballon zum Aufblähen zu bringen. Einen Augenblick schien es auch, als ob die durch den Sturz von unten einströmende Luft dies noch bewirke, doch hatte sich der Ballonstoff derart verdreht, dass ein Aufblähen nicht mehr möglich war. Sie sah, wie der Unglückliche niederstürtzte und hatte selbst alle Kraft nothwendig, um bei Bewusstsein zu bleiben. Der Sturz verursachte in der Luft, wie sie berichtet, ein sehr heftiges Geräusch. Von einem beim Niederfallen des Verunglückten in der Diessemerstrasse zufällig Anwesenden hören wir, dass er den Eindruck hatte, als sei der Unglückliche bereits todt gewesen, als er noch etwa in Haushöhe war. Er hatte, am Gurt hängend, die Beine weit vorgestreckt, der Kopf hing schlaff herab. Die Beine schlugen zunächst an den schwarzen Bretterzaun des Langerfeldschen Gartens an, dann schlug der Körper auf die Erde, als eine nahezu unkenntliche Masse. Die Knochen des Unterschenkel waren zersplittert und der Schädel gespalten. Der eiserne Ring war — ein Zeichen der Gewalt des Sturzes — stark verbogen. Der Ballon selbst erwies sich jedoch als ganz unversehrt.

Lattemann ist aus Gebhardshagen im Braunschweigischen gebürtig und 42 Jahre alt gewesen. Er galt als ein sehr redlicher, offener Charakter und hatte sich als Luftschiffer durch seine zahlreichen Fahrten und auch durch technische Neuerungen weithin Ruf erworben. Man wird seinem Schicksal die Theilnahme nicht versagen.

Litterarische Besprechungen.

L'Aérophile, 1893, No. 5—No. 12, Mai — December. Das Erscheinen dieser neuen Zeitschrift war im vergangenen Jahre kein regelmässiges monatliches, wie es in der Aufschrift heisst. Der Inhalt ist aber ein reichhaltiger. In der Wahl der Arbeiten wäre freilich eine grössere Strenge erwünscht. Man sieht aber gern über solche Einzelheiten hinweg, wenn man den guten Willen und die Strebsamkeit der Redaction erkennt, die, wie wir wissen, häufig mit grossen Schwierigkeiten zu kämpfen hat.

Es enthält:

Nr. 5. Die Meteorologie und die Luftschiffahrt von Durand Gréville. Eine populär gehaltene instructive Erklärung von der Entstehung der Winde, der Maxima und Minima und ihrer Bedeutung für die Luftschiffahrt.

Ueber längeres Verweilen in der Luft von Alexandre Sallé. Verfasser stellt hierüber eine thermo-dynamische Theorie auf.

Die Erforschung der oberen Atmosphäre von **Gustave Hermite**: Vorbereitungen für eine neue Auffahrt des Aérophile.

Brief des Ingenieurs E. Henry an die Redaction bezgl. der Ergebnisse der Fahrten des Aérophile.

A. F. Bowers: Studie über die verticale Lenkbarkeit des Aërostaten. Verfasser kommt auf ein undurchführbares daher bedeutungsloses Project.

Verschiedenes. — Sitzungsberichte vom 24. II, 10. III., 24. IV.

Nr. 6. Emmanuel Aimé, La Thermosphère, mit Wasserdampf gefüllter Ballon für lange Reisen. Ein fleissig durchgearbeitetes, für die Praxis aber nicht geeignetes Project.

Wilfrid de Fonvielle, Untersuchungen über den physikalischen Zustand der höheren Atmosphäre.

Ch. Labrousse. Aëronautische Zeichen, Nacht-Signale; ein Signalsystem mit Leuchtsternen verschiedener Zahl, Farben und Grössen.

Verschiedenes. — Sitzungsberichte vom 7. IV., 21. IV., 5. V.

Nr. 7—8—9. Emmanuel Aimé, La Thermosphère. (Fortsetzung.)

H. A. Hazen, Feuchtigkeitsbeobachtungen im Ballon.

L. Cailletet und E. Colardeau. Versuche über den Widerstand der Luft und verschiedener Gase bei der Bewegung von Körpern. Der Akademie der Wissenschaften überreichte Denkschrift.

Maurice Mallet. Ueber einen Versuch mit einer Schraube für verticale Bewegung des Ballons. Verfasser will eine wesentliche Entlastung des Ballons bei Benutzung einer von Langlois construirten, unter dem Korbe angebrachten Schraube erreicht haben.

Wilfrid de Fonvielle. Guy de Maupassant, Nekrolog.

Durand Gréville. Die Meteorologie und die Luftschiffahrt.

Charles Labrousse. Die Entfernung des Horizontes, Berechnung derselben.

Georges Bons. Die Ballon-Wettfahrten vom 16. und 30. Juli 1893. An beiden Tagen herrschte schlechtes Wetter, welches das Wettfahren sehr beeinträchtigte.

Nr. 10—11. Gustave Hermite: Erforschung der höchsten Luftschichten, zweite Auffahrt des Ballons L'Aérophile. Vergl. S. 52 und 53 des laufd. Jahrg. d. Zeitschr.

Charles Labrousse giebt eine praktische, graphisch dargestellte Winkeltabelle, welche alle Grössen rechtwinkliger Dreiecke bei zwei bekannten schnell zu ermitteln gestattet.

Wilfried de Fonvielle. Der Ballon der Alkohol-Ausstellung. Ein Ballon von 734 cbm Inhalt mit 394 qm Oberfläche und 1100 m Nähten, aus gefirnisstem Stoff gefertigt, hat mit Wasserstoff gefüllt, 78 Tage in der Halle gestanden und während dieser Zeit nur 75 kg an Auftrieb verloren.

Edouard Surcouf. Neues Ventil mit horizontal wirkenden Federn. Das neue Ventil von Gabriel Yon ist ein einklappiges. Die Spiralfedern liegen horizontal in Richtung des Durchmessers der Klappe. Der Zug wird durch ein etwas complirirtes Hebelsystem in die senkrechte Richtung aufwärts übertragen.

Satzungen der „Union aérophile de France." Dieselben umfassen 91 Paragraphen. Die Gesellschaft ist praktisch, beinah militärisch organisirt. — Kleine Mittheilungen.

Nr. 12. Die Redaction zeigt an, dass das Journal einen neuen bekannten Mitarbeiter erhalten habe und demnächst sich weiter bemühen werde, allen Anforderungen an ein wissenschaftliches aëronautisches Blatt in vollstem Masse gerecht zu werden.

Charles Labrousse. Die Gesetze des Fluges, eine kritische Studie. Verfasser stützt sich auf Arbeiten von Pettigrew, Marey, Müllenhoff u. a. und entwickelt sonach ein übersichtliches Bild der Forschungen auf diesem Gebiete.

Ch. André. Ueber die Aenderungen des elektrischen Zustandes der hohen Luftschichten bei schönem Wetter.

Bericht von Mascart an die Akademie der Wissenschaften, vorgetragen am 27. November; behandelt die beiden Fahrten zu luftelektrischen Beobachtungen von Le Cadet. Moedebeck.

Der **Twenty-Third Report of the aëronautical Society of Great Britain**, welcher uns durch die Freundlichkeit des General-Secretairs der Gesellschaft Herrn Fred. Breary zugegangen ist, enthält die Berichte über die Sitzungen vom 27. November 1891 und 13. Juni 1893. Dieselben geben einen hochinteressanten Einblick in die dreijährige Thätigkeit unseres englischen Schwester-Vereins, eine Thätigkeit, bei welcher die Namen Maxim's und Horatio Phillips' glanzvoll hervortreten. Maxim hat zunächst Luftwiderstands-Versuche in der gleichen Weise wie Langley in Amerika mit einer Rotations-Maschine angestellt und ist zu denselben Resultaten wie ersterer gelangt. Seine Versuche fanden bei Geschwindigkeiten von 9—38 m pro Sekunde statt. Die besten Resultate erzielte er bei Geschwindigkeiten von 15—18 m pro Sekunde und er fand, dass 60 kg. Gewicht mit einer Pferdekraft gehoben werden konnten. Welche Geschwindigkeit die Maschine hierbei gehabt, welche Neigungswinkel die Flächen, wird leider nicht angegeben. Für die Versuche mit der Flugmaschine selbst baute Maxim ein Geleise von 549 m Länge. Sein Drachenflieger besass eine Tragefläche von 558 qm. Leider wurde er bei einem Experiment im Jahre 1893 von einem Windstoss erfasst, umgeworfen und zerstört. Maxim soll wenigstens 10000 Pfd. Strl. dafür verausgabt haben. Glücklicher ist Horatio Phillips mit seinen Versuchen gewesen. Er hat ebenfalls einen Drachenflieger in grösserem Maassstabe construirt. Der seinige besitzt aber nicht eine grosse, sondern viele übereinander gestellte, kleine schmale Drachenflächen von parabolischer Krümmung im Querschnitt. Wir haben über die Versuche in der Besprechung des L'aéronaute bereits berichtet und können daher darauf verweisen. Die Reports enthalten ausserdem einen Vortrag über den Mövenflug von Fred. Breary, eine Vorlesung über die Frage „Ist das Fliegen mit menschlicher Kraft möglich?“ von Mr. Green, die bejahend beantwortet wird, und endlich eine Notiz über die Verwendung von Fesselballons bei windigem Wetter von Mr. Eric Stuart Bruce, die nichts wesentlich Neues enthalten.

Vereinsnachrichten.

Flugtechnischer Verein in Wien.

Protokoll der Plenarversammlung am 9. Februar 1894.

Präsident Herr Ritter von Loessl eröffnet die Versammlung. Es erfolgt die Verlesung des Protokolls der letzten Versammlung vom 12. Jänner 1894 durch den Schriftführer und hierauf die Bekanntgabe eines Schreibens des Herrn Forney in

Newyork, Herausgeber der Zeitschrift „Aeronautics“, welcher in fachlitterarische Beziehungen zum flugtechnischen Vereine zu treten wünscht und auf freundliches Entgegenkommen hofft.

Der Präsident ersucht hierauf Herrn Hofrath Prof. C. Claus den angekündigten Vortrag „Ueber die Formen und den Ursprung der Flugapparate im Thierreiche“ halten zu wollen.

Der Vortragende führt im Wesentlichen aus, dass das Flugvermögen bei den bezüglichen Thiergattungen keineswegs als eine ursprünglich gegebene Eigenschaft, sondern als das Endresultat Jahrtausende langer Anpassung zu betrachten und in seinen Uranfängen zweifellos auf die Absprünge von Kletterthieren aus beträchtlichen Höhen zurückzuführen sei, wie dies — anknüpfend an das Vereinsproblem — beispielsweise gegenwärtig auch von Herrn Lilienthal in Berlin versucht werde.

Der fesselnde Vortrag wird durch eine Reihe von interessanten graphischen Abbildungen, theilweise nach prähistorischen Objecten, sowie durch Präparate in natura von verschiedenen besonders charakteristischen Sprung und Flugthieren illustrirt und giebt zum Schlusse Anlass zu einer animirten Discussion.

Nachdem der Präsident unter allgemeinen Beifallskundgebungen dem Herrn Hofrath Claus den wärmsten Dank des Vereins ausgedrückt hat, wird die Versammlung gegen 9 Uhr geschlossen.

v. Loessl Obmann. W. Bosse, Schriftführer.

Protokoll der Plenarversammlung am 23. Februar 1894.

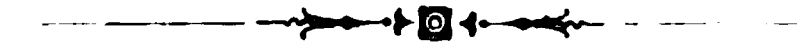
Die Versammlung wird vom Präsidenten Herrn Ritter v. Loessl eröffnet, und das Protokoll der letzten Versammlung vom 9. Februar 1894 durch den Schriftführer verlesen.

Herr v. Loessl ergreift das Wort zu dem angekündigten Vortrage: „Neuere Experimental - Untersuchungen über den Luftwiderstand spitzwinklich gestellter Flächen“.

Nachdem der Vortragende beispielsweise die unentschiedenen Angaben über Luftwiderstand in dem anerkannten technischen Jahrbuches „Die Hütte“ citirt hat, führt er aus, wie ihn dieser notorische Uebelstand veranlasst habe, seine bereits vor Jahren auf Grund genauer experimenteller Untersuchungen gefundenen Resultate dahin zu vervollständigen, dass er dieselben auch auf solche Flächen ausgedehnt habe, die auf sehr kleine Winkel eingestellt waren. Er demonstrirt durch Zeichnung auf der Tafel, wie er diese schwierige Aufgabe mit Hilfe eines sinnreichen, in verticaler Richtung aufsteigenden Waageapparates gelöst hat, der es ihm ermöglichte, alle störenden Elemente fernzuhalten. Durch die Ergebnisse einer grossen Anzahl genau registrirter Versuche über die verschiedensten Flächenstellungen und Körperformen sei er nunmehr in die Lage versetzt, seine von früher her bekannten Luftwiderstandsformeln vollinhaltlich aufrecht erhalten zu können und damit diese äusserst subtile Frage zu einem gewissen Abschlusse gebracht zu haben.

Die interessanten und ausführlichen Darlegungen des Vortragenden werden seitens der Versammlung durch reichlichen Beifall anerkannt und, nachdem derselbe noch einige an ihn gerichtete Fragen aufklärend beantwortet hat, erfolgte Schluss der Versammlung gegen 9 Uhr.

v. Loessl, Obmann. W. Bosse, Schriftführer.



Die Hochfahrt des „Phönix" am 11. Mai 1894.

Die Erforschung der freien Atmosphäre bis in Höhen, die dem Menschen durch Erklimmen der höchsten besteigbaren Bergriesen allenfalls noch zugänglich sind, war durch die zahlreichen Fahrten der Ballons „Humboldt" und „Phönix" erfolgreich durchgeführt. Es galt nun einen Schritt noch weiter zu gehen und bis in jene Höhen vorzudringen, in denen schliesslich der geringe Luftdruck, der Mangel an Sauerstoff und die eisige Kälte dem kühnen Forscher eine unüberwindliche Schranke entgegenstellen, wo das Reich des Todes beginnt.

Die Vorbereitungen für die Hochfahrt des „Phönix," welche durch ein gleichzeitiges Aufsteigen mehrerer Ballons besonders ergebnissreich gestaltet werden sollte, waren auf das sorgfältigste getroffen und Ende April beendet worden. Zur Füllung des Ballons lagen 400 Stahlbehälter mit comprimirtem elektrolytisch erzeugtem reinem Wasserstoffgase bereit. Die Instrumente waren neu geprüft, theilweise für diese Fahrt besonders angefertigt, der Apparat zur künstlichen Athmung von Sauerstoff auf das peinlichste vervollkommnet und bei einer Vorbereitungs-Fahrt in 5000 m Höhe erprobt.

Es war folgendes aëronautisches Programm für die Fahrt festgesetzt und mit der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung vereinbart worden.

Der Ballon „Phönix" sollte unter meiner Führung mit Herrn Berson als Beobachter 8000 m Höhe zu erreichen versuchen. Ein 1000 cbm grosser Militär-Ballon, von Prlt. Sperling geführt, und mit Dr. Süring als Beobachter bemannt, sollte die mittleren Höhen erforschen. Im Fesselballon und auf der Erde sollten gleichzeitig die Witterungs-Verhältnisse der unteren und untersten Zone gemessen und bestimmt werden.

Zur Erreichung der höchsten uns nicht mehr zugänglichen Zone sollte ein 250 cbm grosser seidener Pilot-Ballon mit selbstregistrirenden und aspirirten Instrumenten steigen. Wir hofften, dass dieser gleichfalls mit reinem Wasserstoffgas gefüllte Ballon 15—20000 m Höhe erreichen würde[1]).

Se. Majestät der Kaiser, welcher Kenntniss von diesem aëronautischen Concerte erhalten hatte, bekundete wiederum sein Allerhöchstes Interesse

---

[1]) Leider missglückte der Aufstieg dieses Ballons, indem beim Auflassen die Reissleine in Function trat, so dass derselbe nur einen Sprung auf cr. 800 Höhe ausführte und in Tempelhof landete. — Inzwischen hat dieser Ballon eine Luftreise von Berlin nach Bosnien in 11 Stunden ausgeführt und hierbei eine Höhe von über 16000 m erreicht, wobei — 53° C registrirt wurden. (Siehe hierüber das Juniheft d. Zeitschrift.)

an unserem Unternehmen, indem Höchstderselbe sein Erscheinen zu dem auf den 11. Mai festgesetzten Aufstiege in Aussicht stellte.

Als wir am 10. Mai Nachmittags alle Vorbereitungen für die Füllung der 4 Ballons getroffen hatten und uns nach Hause begaben, begann bereits das seit mehreren Tagen prachtvolle Wetter sich zu verschlechtern; ein Gewitter zog herauf, starke Windböen aus W verkündeten den nahen Umschlag des Wetters. Mit Einbruch der Nacht, die wir draussen auf dem Ballon-Platze verbrachten, bezog sich der Himmel total, der Wind drehte nach N herum, es begann zu regnen. Trotzdem wurde mit der Füllung des „Phönix" um 2 Uhr Morgens begonnen, nachdem der Militär-Ballon bereits in der Ballonhalle gefüllt worden war.

Um $6^1/_2$ Uhr Morgens standen die 3 zu bemannenden Ballons fertig zum Aufstieg militärisch ausgerüstet auf dem Platze, während der Pilot-Ballon in der Halle zur Füllung bereit lag.

Kurz nach 7 Uhr erschien Se. Majestät der Kaiser, umgeben von einer Suite hoher Offiziere, unter ihnen der Chef des Generalstabes der Armee und der Kriegsminister, und wandte sich, nachdem er die auf dem Platze versammelten Herren begrüsst hatte, zum „Phönix," welcher bereits abgewogen zum Aufstieg aus der Linie der übrigen Ballons vorgegangen war.

Nach ungemein gnädiger Begrüssung und der Frage, wie hoch, wie lange und wohin der Ballon heute fahren werde, warnte uns Se. Majestät noch vor der See, nachdem wir Pommern als Landungsgebiet nach etwa 3 stündiger Fahrt angegeben hatten, dann wünschte Höchstderselbe uns eine glückliche Reise und befahl den Aufstieg.

7 Uhr 17 Min. Morgens erhob sich der „Phönix" sehr ruhig, anfangs mässig, dann in beschleunigtem Tempo ansteigend, nachdem das ihn zu $^3/_4$ füllende Gasquantum sich mehr und mehr ausdehnte. Der Ballon triefte vor Nässe, von allen Netzmaschen floss das Regenwasser in Strömen herab. Zunächst nahm der „Phönix" dem Unterwinde folgend seinen Curs nach SSW über Tempelhof auf Britz zu; ihm folgte der Militärballon, welcher inzwischen gleichfalls gestiegen war.

7 Uhr 40 Min. wurde der Ballon in 1800 m Höhe prall voll und stieg nun rapide trotz des um ihn wirbelnden Schnees bis auf 2500 m Höhe, wo er bereits in die den Himmel völlig bedeckende schwere Wolkenschicht eintauchte. Es war mir vorher gelungen, unseren Curs noch genau festzulegen, welcher fast genau entgegengesetzt der ursprünglichen Richtung uns über Berlin zurück nach N führte. Die Siegessäule war der letzte Punkt der Erde, der noch gesichtet werden konnte, dann wurde es in der dichten Schneewolke um uns dunkel, auch verloren wir den Militär-Ballon und den Fesselballon ausser Sicht.

Es begann nun für mich als Führer des Ballons ein harter Kampf mit der Wolke, da mir sofort klar wurde, dass die enorme Schneelast,

welche sich dauernd auf dem Ballon vermehrte, diesen zur Erde niederdrücken müsse, wenn es mir nicht gelang, die Wolke möglichst schnell zu durchfliegen. 325 kg. Ballast opferte ich, um den Ballon im Steigen zu erhalten und erreichte trotzdem erst nach 2 stündigem Kampfe mühsam 4000 m Höhe. Der Schneefall hatte in dieser Zone etwas nachgelassen, die Schneeflocken nahmen mehr die Gestalt von Eiskrystallen an, die Temperatur war bis 12° C unter Null gesunken, wir schienen der Wolkengrenze nahe zu sein, da es lichter um uns wurde. Wir mussten eine kleine Pause im rapiden Ansteigen einschalten, da wir zu ermatten begannen. Wir stärkten uns an heissem Thee und ruhten ein wenig aus. Dann machte ich den Athmungs-Apparat klar, holte die Ventilleine vom Ringe herab und ordnete Alles zu einem zweiten Sprunge, von dem ich noch nicht wusste, ob er gelingen werde, denn es wurde wieder finster um uns, der Schneefall wurde stärker und stärker.

Der zweite Sprung durch 300 kg. Ballastopfer führte den Ballon auf 7000 m Höhe. Der Schneefall hatte aufgehört, die Wolke war lichter geworden, schon sah man zeitweise die Sonne durch die Eiskrystalle scheinen; ihr Spiegelbild erschien blitzend dicht vor uns und gab uns neue Hoffnung auf Sieg.

Als wir 5000 m Höhe überschritten hatten, begannen zunächst bei mir Beschwerden sich einzustellen, das Herz pochte stürmisch, der Athem wurde knapp, sobald ich auch nur die geringste Arbeit verrichtete. Herr Berson sass scheinbar noch ganz frisch auf seinem Sitzgurt und verfolgte eifrig den Gang seiner Instrumente, deren Ziffernwerthe er häufig laut mir zurief. Die Temperatur war auf 30° C unter Null gesunken, wir begannen zu frösteln. Ich athmete Sauerstoff und fühlte mich alsbald wieder frischer.

Am oberen Wolkenrande in 7000 m Höhe angekommen wurden wir beide zusehend schwächer, unsere Lippen und Fingernägel wurden vollständig blau, die Glieder zitterten krampfhaft vor Frost und Schwäche. Durch das dauernde Einathmen des eisigen Sauerstoffes stellte sich Neigung zum Erbrechen ein; den heissen Thee, den wir in grossen Mengen zu unserer Erwärmung zu uns nahmen, konnte der Magen nicht mehr vertragen. Wir wollten unsere Pelze anziehen, hatten aber nicht mehr die Kraft oder auch nicht die Energie zu dieser so geringen Arbeit.

Es galt jetzt zu überlegen, was weiter zu thun sei. Durch Ballastopfer konnte ich den Ballon nicht mehr höher treiben, da ich nur noch soviel Ballast besass, als ich für den Abstieg aus dieser enormen Höhe reservieren zu müssen glaubte, andererseits hatten wir uns fest vorgenommen, 8000 m Höhe zu ersteigen. Es blieb uns daher nichts weiter übrig, als auf die Erwärmung des Gases an der Sonne zu warten. Jede Minute aber brachte uns mit nicht bekannter Schnelligkeit dem Meere näher, auch nahmen unsere Kräfte und der Sauerstoffvorrath in gefahr-

drohender Weise ab. Als daher die strahlende Sonne erschien, sich in den mächtigen Eiszapfen, welche von den Netzmaschen des Ballons herabhingen, spiegelnd, und der Ballon zu steigen begann, wagten wir den letzten Sprung und opferten noch 2 Säcke unseres nur noch geringen Ballastvorrathes.

Siegreich drang jetzt der „Phönix“ durch die Eisnadelwolken und übersprang das Wolkenmeer. Ueber uns wölbte sich tiefblau der Himmel noch von einigen Cirrus - Wölkchen bedeckt, unter uns glitzerten die Eiskrystalle in beissendem Sonnenlichte. Wir athmeten jetzt beide aus einem Stahlbehälter, da der andere bereits vollständig leer war, und zwar nur geringe Mengen, aus Furcht, dass der Sauerstoffvorrath zu früh zu Ende gehen könne. Wir wurden beide sehr schwach, zeitweise versagte der Sehnerv, es wurde schwarz vor unseren Augen, eine Art Betäubung befiel uns; doch gelang es immer wieder, uns durch Anruf und Schütteln auf dem Posten zu erhalten; die Energie und der Wille das durchzuführen, was wir uns vorgenommen hatten, besiegte die Schwäche des Körpers. Ich entsinne mich nur noch einzelner Momente aus dieser Periode der Fahrt: ich weiss genau, dass ich einmal zusammengebrochen war und zunächst vergeblich mich bemühte mich aufzurichten, dann, dass ich, als mir dieses gelungen war, Herrn Berson an den Schultern ergriff und ihn schüttelte, da ihm der Kopf auf die Brust gesunken war und er die Augen geschlossen hatte. Die grimmige Kälte — es waren 37° C unter Null — mochte wohl viel zu unserem schlechten Befinden beitragen: in den Oberschenkeln und Armen hatte ich das Gefühl des Erfrierens.

Um 10^{40} waren 8000 m endlich erreicht, der Ballon begann jetzt neue Kraft an der strahlenden Sonne zu gewinnen, klirrend brachen die Eiszapfen herunter, auch begann der Schnee zu schmelzen. Wohl wäre es möglich gewesen jetzt noch 1000 m zu steigen, doch die Furcht vor der Nähe des Meeres überwog den brennenden Wunsch, noch höher zu steigen und unsere Vorgänger an Höhe zu schlagen. Wir machten daher mit aller Aufbietung unserer Kraft noch einige absolut sichere Beobachtungen der Instrumente, dann hing ich mich an das Ventil und raubte dem Ballon die Kraft.

Der Abstieg war anfangs leidlich gleichmässig bis in den Theil der Wolkenbank hinein, wo der Schneefall wieder zunahm, dort wollte der Ballon auf der Wolke schwimmen, ja sogar wieder steigen, sodass ich abermals das Ventil lüften musste. Von nun an aber nahm die Fallgeschwindigkeit dauernd zu, auch konnte ich dieselbe durch Ballastwerfen kaum mildern, da der Schnee immer mehr den Ballon wieder belastete. Während wir im ersten Theil des Abstiegs noch sehr schwach, ja vielleicht am schwächsten waren, nahmen unsere Kräfte und unser Wohlbefinden schnell zu, nachdem wir 4000 m wieder erreicht hatten.

Der Ballon, dessen Gas sich immer mehr zusammenzog, wurde erschreckend schlaff, seine untere leere Hälfte flatterte und rauschte unheim-

lich im Winde, der ausgeworfene Sand schoss rapide nach oben; ich entsinne mich deutlich der Situation, es war keine angenehme. Hierzu trat die Besorgniss über dem Meere zu sein, bis wir zu unserer grossen Freude in ca. 3000 m Höhe Hundegebell und Laute der Erde vernahmen.

In cr. 2000 m Höhe erschien plötzlich unter uns die Erde, sie schien auf uns zuzurasen, einzelne Wolkenfetzen jagten vor uns nach oben. Ich hatte nicht viel Zeit, einen Landungsplatz zu wählen, trotzdem versuchte ich den Ballon noch einmal ins Gleichgewicht zu bringen; es gelang nicht, die Fallgeschwindigkeit war zu gross, der Ballastvorrath zu klein. So fielen wir denn 11 Uhr 23 Min. mitten in einen Eichenwald hinein, nachdem der Schleppgurt sich auf dessen Baumkronen aufgelegt und uns vorzüglich entlastet hatte. Wir sassen mit dem Korbe in der Krone eines der höchsten Bäume fest, der Ballon schwebte ruhig und majestätisch über uns und schützte uns vor dem strömenden Regen. Wo wir uns befanden, wussten wir nicht, auch waren Leute zunächst nicht zur Stelle, um uns zu helfen; indessen sah man bald vom nächsten Dorfe Männer herbeieilen.

Während Herr Berson hier auf dem Baume jetzt see- oder vielmehr luftkrank wurde und seine Opfer spendete, verhandelte ich mit den ankommenden Männern über die Art, wie wir den Ballon und uns unbeschädigt aus dem Walde bringen könnten, auch erfuhr ich, dass wir unweit der Ostseeküste bei Stralsund gelandet seien. Mit Hülfe eines Taues, welches ich herabliess, gelang es uns den Ballon gänzlich unbeschädigt aus dem Walde zu transportiren und denselben auf einer nassen Wiese zu entleeren.

Wir fanden auf dem nahen Gute Willershagen liebenswürdige gastliche Aufnahme, wo wir unsere total nasse Kleidung wechseln und uns selbst von den nicht geringen Strapazen dieser hochinteressanten Luftreise erholen konnten. Noch am Abend desselben Tages kehrten wir absolut frisch und wohlbehalten wieder nach Berlin zurück. —

Der Militärballon hatte gleichfalls eine höchst interessante und werthvolle Fahrt gemacht. Er war im Unterwinde wie wir nach SSW gefahren, war dann bei 1500 m in die entgegengesetzte Luftströmung gerathen und hatte einen grossen Theil des Weges wieder zurückgelegt. Vor der Landung fuhr der Ballon wieder mit dem ursprünglichen Curse in geringerer Höhe und beschrieb somit eine vollständige S Curve. Es war hierdurch gelungen, auch aus der unteren Zone, die wir mit dem Phönix sehr schnell durcheilt hatten, eine zusammenhängende Reihe werthvoller Beobachtungen zu erhalten, welche noch durch die des Fesselballons ergänzt wurden.

Wenn wir diese unsere Hochfahrt in einen Vergleich stellen mit der der Franzosen, bei welcher leider zwei der besten und kühnsten Aëronauten das Leben liessen, sowie mit der Glaisher's, so haben wir allerdings die absolute Höhe jener beiden Fahrten nicht ganz erreicht, indessen haben wir, wenn wir streng wissenschaftlich die bei jenen Fahrten erreichten Höhen controlliren, aus grösserer Höhe als Glaisher und Tissandier ein-

wandfreie Beobachtungen mit zur Erde gebracht. Es sei ferne von uns, das Werk jener kühnen Kameraden herabsetzen zu wollen, wir wollen uns auch unserer Fahrt nicht rühmen, sondern lediglich im Interesse der Wissenschaft dessen freuen, dass es uns deutschen Luftschiffern gelang, bis in jene Zone wohlbehalten vorzudringen, wo Glaisher das Bewusstsein und die französischen Kameraden das Leben verloren.

Gross.

Zu der vorstehenden Schilderung unserer gemeinsamen Fahrt mögen hier noch einige Worte über deren wissenschaftliche Ausbeute folgen. Die eingehende Verarbeitung der in diesem Falle besonders interessanten Ergebnisse kann natürlich erst später erfolgen und werden in dieser Zeitschrift noch Mittheilungen hierüber gemacht werden.

An und für sich war schon die Feststellung höchst werthvoll und merkwürdig, dass sich zwei Depressionen über einander wegbewegten, deren jede ihren vollständig getrennten Luftkörper mit gesondertem Wind-, Wolken- und Niederschlagssystem besass. Es haben die Beobachtungen im „Phönix“ zweifellos nachgewiesen, dass, obwohl derselbe über das Gebiet des flachen Minimums, welches an jenem Morgen zwischen Elbe und Oder lag, hinwegflog, dennoch seine Bahn sowohl wie die gesammte an Bord des „Phönix“ in Höhe von über 1500 m wahrgenommene Wolken- und Regenbildung durchaus zum Bereiche der grossen, ganz Nord- und Nordwesteuropa beherrschenden Depression gehörte, deren Centrum sich im Norden der brittischen Inseln befand. Die untere, nach oben hin scharf abgegrenzte und von der Hauptwolkenschicht durch einen mindestens 1000 m mächtigen fast nebelfreien Zwischenraum getrennte Wolkenmasse dagegen, aus der ein leichter Regen sich auf die Erde ergoss, gehörte mit dem Nordwest-Winde, der sie vor sich trieb, zur Rückseite des flachen unteren Minimums, welches seit dem Morgen im Abzuge war. Alles dies im einzelnen zu beleuchten und nachzuweisen, muss der erwähnten ausführlicheren Veröffentlichung vorbehalten bleiben.

Das zweite hochinteressante Resultat war unzweifelhaft die bei eigentlichen Regenwolken ohne Gewittercharakter — es war richtiges „Westwetter“ im Gebiete der grossen Depression und früh kaum 11 Grad Wärme auf der Erde — bisher wohl kaum für möglich gehaltene und sonst von uns noch nie angetroffene Mächtigkeit und Höhe, bis zu welcher diese Wolkenschicht sich erhob. Von etwa 1750 bis über 5000 m als eigentliche Schneewolke, von da bis über 7000 m als durchaus geschlossene Eiskrystallwolke, in der höchsten Höhe noch bei 8000 m als nun feinerer, sich lichtender Eisnebel stellte sich diese Schicht condensirten Wasserdampfes in so grosser Entfernung von der Mitte der Depression dar; und während die Beobachtungen des zweiten Ballons und der Augenschein lehrten, dass mit noch wachsender Entfernung vom Centrum gegen Südosten sowohl der untere Rand der Wolkenmasse sich senkte, als auch in noch höherem

Maasse deren Dicke abnahm (über dem Spreewald blaute der Himmel durch), wäre es von Interesse, zu wissen, welche ungeheure Mächtigkeit bei dieser pilzdachartigen Form diese Wolke in grösserer Nähe des Centrums erreicht haben mag!

Der dritte Hauptpunkt bezieht sich naturgemäss auf dasjenige, was diese Hochfahrt (wie überhaupt alle „Humboldt"- und „Phönix"-Fahrten) von den vorher in Frankreich und England unternommenen Hochfahrten unterscheidet, nämlich auf die Feststellung der wahren, in so grossen Höhen herrschenden Lufttemperaturen durch Instrumente, welche durch Sonnenstrahlung nicht beeinflusst werden. Und da ergab sich denn, während Glaisher bei seiner höchsten Ablesung am 5. Sept. 1862 in 8030 m nach seiner Angabe, in ca. 7650 m, wenn man die wahre Höhe unter Berücksichtigung der Lufttemperatur ermittelt, — 20,6° (!), Tissandier, Sivel und Crocé Spinelli in 7400 m (darüber hinaus haben sie keine Ablesungen mehr gemacht) kaum — 11° (!!) gefunden haben, bei der Phönix-Fahrt mit dem Aspirationspsychrometer in 7700 m eine Temperatur von — 36,5° — bei einem Stande des Schwarzkugelthermometers von + 30,3°! —, wogegen dann in grösster Höhe direkt über dem oberen Wolkenrande die Luftwärme infolge Reflexion von demselben stark zunahm und in 8000 m — 32,8° betrug.

Die mittlere Temperaturabnahme betrug bis zum vollständigen Eintauchen in die höheren Wolken (2200 m) nur 0,46° pro 100 m, von da bis zum oberen Rande derselben (7700 m) 0,68° pro 100 m und war im obersten Theile der Wolke sehr rapide, wogegen über derselben nun eine Zunahme von 3,7° infolge reflectirter Wärme eintrat. Die Gesammtabnahme (unter dem Culminationspunkte des Phönix waren auf der Erde cr. 13,5°) betrug bis zum oberen Wolkenrande noch immer cr. 0,65° pro 100 m — während sich bei Glaisher kaum 0,46°, ja nach seiner Höhenberechnung nur 0,44° ergeben, und bei den französischen Luftfahrern gar nur 0,34°. Noch schlagender zeigt sich, wozu unsichere Beobachtungen bezw. Instrumente führen, bei der berühmten und interessanten Hochfahrt von Barral und Bixio am 27. Juli 1850, die in Höhen von 5900 bis 6330 m eine zwischen — 9,8° und — 10,5° (!) schwankende Temperatur, dagegen in 6512 m mit einem Schlage — 35,0° und in der Maximalhöhe von 7016 m (nach genauer Einführung des Temperaturfactors 6750 m) — 39,7° gemessen hatten.

Auf die hochinteressanten Einzelheiten des Temperaturganges und der Feuchtigkeitsmessungen kann erst später eingegangen werden; aus den letzteren sei nur noch erwähnt, dass die Feuchtigkeit schon von 6000 m an, in den oberen Eisnadelwolken, rasch abnahm und am oberen Rande derselben in 7850 m nur noch 0,01 mm Dampfspannung (ca. 4% relative Feuchtigkeit), in 8000 m 0,07 mm Dampfspannung (23% relative Feuchtigkeit) betrug.

Berson.

Ueber Vogelflug und Flug-Apparate.

Von Professor Dr. **H. Funcke** in Potsdam.

Einleitung.

Schon in den letzten sechziger Jahren habe ich mich theoretisch und praktisch mit dem Problem des Fliegens beschäftigt, meine Bemühungen aber abbrechen und immer wieder aufschieben müssen. Nachdem mir jetzt die Veröffentlichungen über die ausdauernden und sorgfältigen Arbeiten der Brüder Lilienthal und deren Erfolge gezeigt haben, dass ein schöner Schritt auf die Lösung zu gethan ist und diejenigen, welche sich mit solchen Arbeiten beschäftigen, nicht mehr Gefahr laufen, für verrückt gehalten zu werden, hoffe ich durch Veröffentlichung meiner Gedanken über diese Frage zur weiteren Lösung beitragen zu können. Sie stimmen vielfältig mit denen des Herrn Ingenieur O. Lilienthal überein; aber die Rücksicht auf Zusammenhang und Verständlichkeit erlaubt mir nicht, nur die Abweichungen und Erweiterungen als Bemerkungen zu dem Werke dieses Herrn „Der Vogelflug als Grundlage zur Fliegekunst" zu geben, wie ich erst wollte, so dringend ich auch wünsche, dass dasselbe von allen studiert werde, die Interesse für die Fliegekunst haben, welche als schöner Sport anfangen mag, aber sicher nicht blosser Sport bleibt.

Vom Luftwiderstande und vom Winde.

Man setzt den Widerstand, welchen eine ruhende Flüssigkeit vom Raumeinheits-Gewicht γ einem Körper vom Querschnitt F und der Geschwindigkeit v entgegengesetzt, $= \zeta . \gamma . F . \frac{v^2}{2g}$, worin ζ ein von der Form des Körpers abhängiger Erfahrungscoefficient ist, der bei geringen Geschwindigkeiten für eine hohle Halbkugel von geringer Wandstärke, die mit der Hohlseite vorangeht, $= 2{,}5$, für Vollkugeln $0{,}5 + 0{,}001 . v$ gefunden ist. Die in der Hohlkugel enthaltene Luft muss nämlich, um abfliessen zu können, an der Wand eine grössere Geschwindigkeit in der Richtung der Hohlkugel erhalten, als diese selbst hat. E s m u s s a l s o d i e F l ü g e l f l ä c h e n a c h u n t e n h o h l s e i n. Bekanntlich steigert sich der Widerstand gegen ein Geschoss bis zum vollen Atmosphärendruck, wenn es sich so schnell bewegt, dass dahinter ein luftleerer Raum entsteht, was man durch elliptische Endformen zu erschweren strebt. An alle diesem zeigt sich, dass „Luftwiderstand" nur ein statischer Hülfsbegriff ist, der nicht ganz mit Recht für einen dynamischen Vorgang gesetzt wird. Es handelt sich nämlich um die Arbeit, welche dadurch verzehrt wird, dass die Stauwelle fortgeschoben wird, dabei an den Rändern von ihrer am stärksten bewegten Luft abgiebt und vorn solche aufnimmt, die bisher unbewegt war, und dadurch, dass einige Nebenbewegungen erzeugt werden. In elastischen Mitteln verliert sich der Ueberdruck allmählich; wir müssten

daher hier von Flächen gleichen Drucks statt von Stauwellen sprechen. Diese sind nun für geometrisch ähnliche Flächen bei gleichen Geschwindigkeiten ähnlich. Die von ihnen abgesperrten Räume verhalten sich wie die $^3/_2$ten Potenzen der Flächen; es möchte daher wohl richtiger $F^{3/2}$ in die Widerstandsformel einzuführen sein. Aber offenbar fliesst die Luft an den schmalen Stellen weit leichter ab als an den breiteren, so dass der Widerstand gegen Auf- und Abbewegung für breite Geierflügel grösser ist als für gleich grosse säbelförmige Albratosflügel. Darum müssen die Flügel für den Ruderflug aus einzelnen Federn mit elastischen Hinterbärten bestehen, von denen die hintere die vordere etwas überdeckt, so dass beim Aufschlag die Luft zwischen ihnen durch kann, beim Niederschlag nicht, und in beiden Fällen nach hinten geworfen wird, also nach vorn schiebt. Darum erscheint ferner die breite Form der Flügel für Schweben und langsames Kreisen geeigneter. Der Flügel ertheilt der Luft unter ihm durch die Schwere des Fliegers oder durch den Flügelschlag eine Bewegung nach unten; die sinkende Luft trägt natürlich weniger als die ruhende (oder gar steigende): je schneller der Vogel die Luftsäule wechselt, desto besser wird er also getragen. Da nun entfernte Flügelspitzen stärkeren Schwung zum Steuern und zum Schieben und auch einen längeren Hebelarm zum Steuern haben, als nähere, so sind die schmalen langen Flügel der Seevögel und der Schwalben zu einem schnellen und gewandten Fluge geeigneter und bedürfen weniger der Lenkung durch einen langen Schwanz als die kurzen breiten der Elster. Der mit der Länge wachsende Widerstand der Vorderkante sichert aber einem bestimmten Verhältniss zwischen Breite und Länge die beste Wirkung, wenn überhaupt das Platzbedürfniss und der Dienst als Körperbedeckung den Flügeln erlaubt, die zugehörige Länge zu erreichen. — Die Vorwärtsbewegung kann auch noch durch Rückdruck tragen helfen, wenn der Flügel hinten abwärts gekrümmt ist und dadurch auch beim Segeln die Luft nach unten zwingt.

Dass die tragende Luftsäule gewechselt wird, findet auch in ruhender Luft statt, wenn der Flieger sich nur gegen sie bewegt. Der Wind hat aber, wie von Herrn Lilienthal bewiesen ist, noch eine günstige Eigenheit voraus: nämlich eine aufstrebende Componente. Es wird daher besser sein, Flugversuche mit kleinen (leichter lenkbaren) Flügelflächen und geringerem Anlauf oder Absprung von geringerer Höhe gegen etwas stärkeren Wind zu machen als umgekehrt. — Woraus wir dieses Aufsteigen des Windes (3—4°) zu erklären haben, ist noch nicht sicher. Herr Lilienthal denkt an ein Aufströmen in den Luftdruckminimis. Wind findet sich meist in der Nähe solcher. Condensationen pflegen sie zu begleiten und finden mehr in der Höhe statt, können daher nach oben saugen. Die Stärke des Windes nimmt in der Nähe der Erdoberfläche

nach oben viel stärker zu, als der Entfernung vom Erdmittelpunkte entspricht; dadurch übt der obere Wind eine saugende Wirkung auf den untern. Das Beharrungsvermögen der Luft und die Krümmung der Erdoberfläche, die grössere Wärme derselben, die Erwärmung der Luft durch Reibung an ihr und der Widerstand fester Hindernisse, der die Luft hinaufwirft, mögen mitwirken: genug, die aufstrebende Compomente ist vorhanden.

Wird die Fläche mit Beschleunigung bewegt wie im Flügelschlage, so ist für die Luft noch weniger Gelegenheit zum Ausweichen; es wird eine grössere Menge Luft mit der Endgeschwindigkeit des Flügels fortgeworfen; daraus entsteht ein grösserer Rückdruck. Herr L. hat ihn bis auf das 25 fache des Betrages steigen sehn, den die sonstige Formel giebt.

Daraus folgt, dass Flügelschläge mindestens zum Abflug, zur Ueberwindung todter Punkte im Segelflug, zum Ausgleich ungleichseitigen Windangriffs, zum Wenden und Hemmen beim Landen ein sehr wichtiges Mittel sind. Um das Vorwärtstreiben zu bewirken, wie es zu den erstgenannten Zwecken nöthig ist, muss freilich der Flügel vorn fest sein und nach hinten an Biegsamkeit und Elasticität zunehmen.

Von der Möglichkeit des Fluges für die Menschen und von der Häufigkeit des Flügelschlages.

Es liegt nahe, gegen die Flugbestrebungen einzuwerfen, die fliegenden Vögel seien auf das Fliegen angewiesen und in steter Uebung, die grösseren seien Fleischfresser und darum intensiverer Muskelanstrengung fähig als die Menschen und vor allem: wenn auch die in einem Muskel aufgespeicherte Arbeit seinem Gewicht proportional wachse, so wachse die Kraft, welche er in jedem Augenblick äussern könne, doch nur seinem Querschnitt, also der $^2/_3$ten Potenz seines Gewichtes proportional; es müsse daher auch ohne praktische Rücksichten angenommen werden, dass über ein gewisses Körpergewicht hinaus — also namentlich für den Menschen — das Fliegen unmöglich sei. Nun aber verlangt erstens nicht jeder Mensch zu fliegen, können die betreffenden sich nach Belieben ausbilden, können wir die Hauptarbeit auf die stärksten und fortwährend geübten Muskeln, die Streckmuskeln der Beine und des Rückens übertragen*), und wächst zweitens, während wir die Flügelfläche nach Bedürfniss nehmen können, die der Vorwärtsbewegung hinderliche Fläche auch nur der $^2/_3$ten Potenz des Ge-

*) So lange dies (zur Vereinfachung des Mechanismus und zur Vermeidung hülfloserer Lage) in senkrechter Haltung geschieht, wird freilich die Vorderfläche vermehrt, die Geschwindigkeit also vermindert. Die wagerechte Lage ohne Unterstützung würde aber den Körper sehr bald ermüden, denn der grosse Auftrieb, der uns zum Schwimmen hilft, fehlt. Buddenberg will diese Lage und auch den Gebrauch schwacher Muskeln zum Schlage, indem er an jedes unserer 4 Glieder einen Flügel befestigt, etwa nach Libellenart. Wie dabei Abflug und Landen geschehen soll, ist ganz unklar.

wichts proportional, so dass das Verhältniss der arbeitenden und der Arbeit aufspeichernden Masse zur widerstehenden Fläche mit wachsendem Gewicht günstiger wird. Dazu kommt, wenn wir auch von der Greifsage und von den Flugthierresten mit Spannweiten bis 8 m aus der Kreideformation schweigen wollen, dass die Beobachtung der natürlichen Flieger uns das Gegentheil jenes Einwurfs lehrt. Der Flug auf der Stelle, der Rüttelflug, wird allerdings nur von 4 flügeligen Insekten (wie Bremsen und Libellen) und kleineren Vögeln (wie Feldlerchen und einigen Falken) geübt, der Ruderflug von allen Fliegern; der schönste und fördernste, der Segelflug ohne Flügelschlag, gelingt aber nur den grösseren und um so ausdauernder, schneller, schöner und allem Anschein nach leichter, je grösser sie sind. Der Albratos kommt in ihm sogar gegen den Orkan an. Daraus ist zu schliessen, dass der **Mensch auf den** (ihm unnützen) **Rüttelflug verzichten, den Ruderflug aushilfsweise verwenden und vorwiegend segeln** muss, wenn er fliegen will.

Dürften wir die gewöhnliche Luftwiderstandsformel ($\mu . F. V^2$) zu grunde legen, so würden wir durch Integration finden, dass die Flügelschlag**zeiten** ähnlicher Flieger sich verhalten müssten wie die 4ten Wurzeln aus ihren Gewichten. Sie nehmen aber augenscheinlich viel schneller zu, obwohl der Ausschlagwinkel um so mehr auf den nützlichsten Raum beschränkt wird je grösser der Vogel ist. Das hat darin seinen Grund, dass die obige Widerstandsformel für den Schlag nicht passt und namentlich nicht die absolute Geschwindigkeit des Flügels, sondern seine relative gegen die umgebende Luft in Rechnung gezogen werden muss, diese aber an den Umkehrstellen mit seiner voraufgehenden Schlussgeschwindigkeit auf der einen Seite ihm entgegenströmt und auf der andern saugend sich von ihm entfernt. Dies scheint einen Arbeitsverlust zu bedingen und gegen die Schlagbewegung zu sprechen. Aber wenn auch die in der geringen Masse des Flügels aufgesammelte lebendige Kraft bei jeder Umkehr verloren wird*), so dass man wünschen muss, mit möglichst seltenen und langsamen Schlägen auszukommen, so ist doch die der umgebenden Luft mitgetheilte Bewegung nicht einmal bei der Umkehr nach oben ganz verloren, denn die Luft fliesst auf der beim Anhub stärker geneigten Hinterseite des elastischen Flügels ab und schiebt den Flieger nach vorn.

Von den Abmessungen der Flugflächen.

Da die Flugleistung im allgemeinen mit der Grösse des Vogels wächst, so brauchen wir die Flugflächen nicht erheblich grösser zu nehmen, als sie ein gut fliegender Vogel haben würde, wenn er bis zu unserm Gesammtgewicht unter Beibehaltung aller Verhältnisse vergrössert werden könnte. Dabei würden nun die Flächen wie die zweite, das Gewicht wie die dritte Potenz

---

*) Wenn der Flügel von vorn nach hinten sich elastisch hin- und herbiegt, so ist das nur zum Theil der Fall.

der einzelnen Linearabmessungen wachsen. Es ist also die **einzelne Dimension nach Verhältniss der dritten Wurzel, die einzelne Fläche wie die $^2/_3$te Potenz des Gewichts zu vergrössern.** Weil wir vorläufig des Mangels an Uebung und des Abflugs und Landens wegen die senkrechte Körperhaltung beibehalten müssen*), auch die Flügel noch nicht so zweckmässig bauen können, wie sie dem Vogel wachsen, auch viel unnützes Gewicht mitschleppen, mögen wir die gesammte Schirmfläche (Horizontialprojection) etwas grösser nehmen, als nach obigem Verhältnis zu berechnen. Klaftert ein Kondor von 25 kg. Gew., $3^1/_2$ m bei 1 m grösster Flügelbreite, so werden zu 100 kg. 5, 6 m bei 1, 6 m gehören, und wenn ein Albatros von 15 kg. 3, 75 m bei 0, 70 m grösster Breite klaftert, so kommen auf 100 kg. 7, 06 m bei 1, 32 Br.

Die naturgeschichtlichen Bücher geben nun leider das Gewicht der Vögel nicht, und ihre sonstigen Angaben reichen weder aus, die betreffenden Flächen zu berechnen, noch beziehen sich die zusammengehörigen Zahlen auf ein einzelnes Thier. Ich benutze daher Angaben, die ich in „Zachariae, Fluglust. 1821" (Z.) und „Lilienthal, der Vogelflug. 1890" (L.) gefunden, ferner solche, die ich von Herrn Dr. Reichenow (R.) brieflich erhalten habe, und Abmessungen, die Herr Kapitain Velten am Adler auf der hiesigen Matrosenstation vorgenommen hat (V.), und bitte Jäger, Naturforscher und Seeleute zu veröffentlichen, was sie über die grössten und besten Flieger sammeln können. (S. Tabelle auf folgender Seite.)

Daher genügt eine Spannweite von 7, 6 m bei einer grössten Breite von 1, 2 m, einer Flügelfläche von 5, 3 □ m und einer Schwanzfläche von 2, 0 □ m. Dazu reicht für beide Flügel zusammen ein gleichschenkliges Trapez von 7, 6 m Vorder- und 2, 4 m Hinterlänge und 1, 2 m Breite, wovon in der Mitte durch die ganze Breite ein Rechteck von 0, 5 m für den Körper frei bleibt. Sollen, wie es bei Befestigung der Flügel auf der entgegengesetzten Körperseite möglich ist, die Flügel vor und hinter dem Körper hergehen, sodass für diesen nur ein Loch von seitlich 1 m Länge und 0, 35 Breite bleibt, so ist 2 m Hinterlänge genug. Will man auf das Steuer verzichten, so kann man dafür der Hinterlänge auf jeder Seite ein Meter zusetzen, so dass ein gleichschenkliges Trapez von 1, 20 m Breite 7, 6 m Vorder- und 4, 0 m Hinterlänge und einem rechteckigen Loche von 1 m Länge und 0, 35 m Breite als Gesammtprojection entsteht. Die Ecken werden natürlich (mit Ausnahme der äussersten) abgerundet. Will man, wie es bei den Vögeln ist, die Federn nach aussen zuspitzen und auf etwa $^1/_8$ ihrer Länge auseinander treten lassen, so wird man dafür der Hinterlänge des Trapezes etwa 1 m zusetzen.

*) Man müsste sonst den Apparat so bauen, dass man im Fluge durch ein Kippen die Lage wechseln könnte, oder den Apparat vielleicht mit dem Schnellrade verbinden, wenn dadurch das Gewicht nicht zu gross würde.

Z.

			Auf 100 Kil. Schirmfl.
Goldhähnchen	95 holländ. As	6 □" Schirmfläche	3, 07 □m (schwirrt)
Bussard	2 Pfd. 11 Lot	442 □" „	5, 86 „
Storch	7 Pfd. (68012 As)	874 □" „	5, 60 „
Geier	22 Pfd.	1796 □" „	5, 35 „

L.

Taube	0, 35 kg.	0, 06 □m Flügelfläche	2, 75 □m Fl. Breiter Schwanz.
Storch	4, 00 kg.	0, 5 □m „	4, 27 □m Fl.
Austr. Kranich	9, 00 kg.	1, 0 □m „	5, 00 □m Fl.

R.

Name	Gew. in Gr.	Spannw. in cm.	Flügellänge	Auf 100 Kil. Spannw.	Flügell.
Gans	2333	145	39, 5	5, 08	1, 38
Gans	2810	160	44	5, 26	1, 48
Gans	2981	158	44	5, 10	1, 42
Trappe	7400	220	58	5, 24	1, 38
Trappe	9100	210	57, 3	4, 67	1, 27
Silbermöve	695	144	41	**7, 53**	**2, 14**
Silbermöve	937	142	42	6, 74	1, 99
Storch	3488	167, 5	53, 8	5, 13	1, 47
Storch	3588	202, 5	52	6, 14	1, 58
Kranich	6100	219	70	5, 56	1, 78
Bussard	859	127, 5	37, 7	6, 23	1, 84
Bussard	974	124, 5	38	5, 83	1, 54
Bussard	1024	119, 5	39	5, 13	1, 68
Steinadler	4160	220	63	6, 35	1, 82

V. (Brauner Adler.)

Gew.	Spannw.	Flügellänge	Grösste Br.	Flügelfläche	Körper u. Schw.	Summe
5 kg.	2, 60 m	1, 05	0, 41	0, 70 □m	0, 26	0, 96
Berechnet 100 kg.	**7, 00**	**2, 85**	**1, 11**	**5, 16**	**1, 92**	**7, 07**

Wölbung der Flügel.

I. Senkrecht zur Flugrichtung. (Kiel der Federn).

Damit der Flügelschlag die untere Luft nicht seitwärts fortwerfe, muss der Kiel senkrecht stehen zu der Resultierenden aus der Centrifugalbeschleunigung und dem Widerstande der Luft gegen die Beschleunigung, die sie durch die Drehung des Flügels erfährt. Nehmen wir ein Polarcoordinatensystem zu Hülfe, dessen Centrum im Drehpunkt des Federkiels liegt, und nennen die mittlere Drehgeschwindigkeit ω und die mittlere Drehbeschleunigung δ, so ergiebt sich daraus die Differentialgleichung $\frac{dr}{r.d\varphi} = \frac{r.\delta}{r.\omega^2}$, also die Form $r = R.e^{\frac{-\delta}{\omega^2}.\varphi}$, worin R den Radius bis zum

äussersten Punkte für die betreffende Feder bedeutet und der Winkel φ $\left(\text{absolutes Mass} = \frac{\varphi^0 . \pi}{180}\right)$ von da an aufwärts zu messen ist. Nennen wir α den ganzen Ausschlagwinkel der Flügelbewegung und T die dazu nöthige Zeit, so ist $\frac{\zeta T^2}{2} = \alpha$ und $\omega = \frac{\alpha}{T}$, also $\frac{\zeta}{\omega^2} = \frac{2}{\alpha}$, die Kiellinie also auch dargestellt durch $r = R . e^{\frac{-2\varphi}{\alpha}}$. Die Pfeilhöhe ist $p = (r . \sin\varphi)_{\text{Maximum}} = R . e^{-\frac{2}{\alpha} . \text{arc tan}\frac{\alpha}{2}} . \sin\left(\text{arc tan}\frac{\alpha}{2}\right)$ und die Entfernung vom Drehpunkte dieser Stelle auf der Sehne $x = R . e^{-\frac{2}{\alpha}\text{arc tan}\frac{\alpha}{2}} . \cos\left(\text{arc tan}\frac{\alpha}{2}\right)$. Das giebt für einen Ausschlag $\alpha = 30^0 = \frac{\pi}{6}$ die Pfeilhöhe $p_6 = 0,095238\, R = {}^1/_{11}\, R$ (nahezu) und deren Länge $x_6 = 0,364\, R$ und für $\alpha = 20^0 = \frac{\pi}{9}$: $p_9 = 0,063885 = {}^1/_{16}$ bis ${}^1/_{15}\, R$ und $x_9 = 0,366\, R$. Herr O. Lilienthal hat experimentell gefunden, dass, je grösser die Flügellänge, desto geringer der Bruch der Pfeilhöhe, und dass er ungefähr ${}^1/_{12}$ sein müsse. Da nun der Ausschlag um so mehr auf die nützlichsten Flügellagen beschränkt wird, je länger der Flügel ist, so stimmen beide Resultate sehr gut überein.

Es ist zu bemerken, dass Herr O. Lilienthal die Krümmung der Flügel für parabolisch hält, also ihre Zunahme nach dem Schultergelenk zu bemerkt hat, dass er aber der constructiven Bequemlichkeit halber dafür einen Kreisbogen setzt. Da unendlich viele engste Windungen am asymptotischen Punkte von der dort nothwendigen Verdickung der Flügel eingenommen werden, auch für die grosse Masse der vom Flügel ergriffenen Luft nicht zugänglich sind, ist der Fehler nicht sehr erheblich. Es bleibt aber doch eine Erschwerung der Flügelhaltung und eine Verminderung der Tragwirkung im Segelflug, dass diese Stelle des höchsten Drucks um die Hälfte statt um ${}^1/_3$ R vom Drehpunkte ab und damit auch an schmalerer Stelle liegt.

Nehmen wir die Flügelwelle auf der dem tretenden Bein entgegengesetzten Körperseite, so erhalten wir ohne Abspreizung des Gestänges ungefähr einen Hebelarm von 56 cm und einen Hub bis 60 cm. Wir können also für $\alpha = 60^0 = \frac{\pi}{3}$ construiren. Dadurch wird anscheinend die Pfeilhöhe erheblich grösser und ihre Entfernung vom Körper erheblich geringer. Das findet aber nur statt für die vor und hinter dem Körper hindurchgehenden Federn; denn für die seitlich vom Körper befindlichen Theile ist die Pfeilhöhe nicht über dem Fahrstrahl, sondern über der Sehne des wirklich zur Ausführung gelangten flachen Bogentheils zu nehmen. Die Federn hinter dem Körper (natürlich nicht von beiden Seiten an der-

selben Stelle) bis an die Welle hindurch zu führen, ist räthlich; vor dem Körper aber können sie das Gesichtsfeld störend beschränken. Dass sie die Luft vor dem Bauche stark verdichten, ist nicht zu fürchten, denn die Axe des Federkiels steht senkrecht auf der Resultirenden der Widerstände; eine schärfere Krümmung würde allerdings beim Niederschlage die gefasste Luft dem Körper zuführen.

In Bezug auf den Segelflug kann man freilich von keiner Centrifugalkraft sprechen; aber damit die Luft unter dem Flügel zusammengehalten werde, muss er auch für den Segelflug nach unten gekrümmt sein. Je länger die Feder, desto flacher kann sie aber auch hier sein, weil desto schwerer das seitliche Abfliessen.

2. Schnitt senkrecht durch die Flügel parallel der Flugrichtung.

Damit beim Aufschlage die obere Luft durch ihr Abfliessen den Flügel nach vorn dränge, muss er hinten abwärts gebogen sein, vorn aber nicht. Wenn er das ist, verdichtet er auch beim Segelfluge und beim Niederschlage die untere Luft mehr, trägt also besser. Solange — und das ist die Regel — der Flug horizontal ist, muss auch der vorderste Theil dieses Schnittes horizontal liegen, um die Luft mit möglichst wenig Nebenwirkung zu durchschneiden. Es würde nun ein Problem der Variationsrechnung sein, zu bestimmen, welches die günstigste Form für den Hub, und welches die günstigste für den Niederschlag ist. Da aber die Bestimmung der wirklichen Beschleunigung hypothetischer Natur ist, kann eine derartige Untersuchung nichts nutzen. Glücklicherweise ist der Segelflug der wichtigere Theil. In diesem wirkt der Vogel auf die umgebende Luft nur durch seine erlangte relative Geschwindigkeit c und die Schwerkraft. Gestalten wir den Flügel nun so, dass ein freies Theilchen, welches mit der horizontalen Geschwigkeit c auf ihn von vorn trifft, wenn er ruht, an ihm entlang fahren muss, so wird er in allen seinen Theilen den an ihm entlang gleitenden Lufttheilchen gleiche Beschleunigung nach unten ertheilen, also die wenigsten unnützen Bewegungen der Luft verursachen. Diese Curve (Parabel) ist aber ausgedrückt durch $z = \frac{g}{2c^2} \cdot x^2$ (Nullpunkt im Anfang der Curve, Vorderkante des Flügels, z nach unten, x horizontal nach hinten). Nun soll nach H. L. der Storch einen Wind von 10 m zum Segeln nöthig haben und der Rabe einen Wind von 18 m überwinden können, und Herr L. hat unter etwa 9^0 gegen den Wind abwärts gleitend eine Strecke von etwa 500 m in 1 Minute durchflogen, was etwa $8^1/_3$ m in der Sekunde macht. Nehmen wir daher als Normalgeschwindigkeit für den Menschen $c^2 = 16$ g, d. h. nahezu $c = 12{,}6$ m, so wird die Gleichung $z = \frac{x^2}{32}$. Diese verlangt auf 1,2 m Flügelbreite eine Senkung von nur 4,5 cm. Für $c^2 = 10$ g (also fast $c = 10$ m) erhalten wir $z = \frac{x^2}{20}$, d. h. bei 1,2 m Breite die Senkung = 7,2 cm.

(Schluss folgt.)

Kleinere Mittheilungen.

Ladislaus R. v. Dutczynski. †. Der Wiener Flugtechnische Verein verlor am 20. Juni 1894 durch den Tod des Herrn v. Dutczynski ein verdienstvolles Mitglied, das seit der Gründung des Vereins getreulich mitwirkte, die gesteckten Ziele desselben zu erreichen. In den Jahren 1891 bis 93 bekleidete er die Vertrauenswürde eines Obmannstellvertreters.

Baurath v. Dutczynski, geboren am 29. Dezember 1823 zu Zatoscie in Galizien, erhielt ursprünglich seine Ausbildung zum Soldatenstande in der Wiener-Neustädter Militair-Akademie. Aus dieser trat er im Jahre 1842 in den Militairdienst und hatte in dem Feldzuge gegen Ungarn 1848—49 in einundzwanzig Schlachten und Gefechten Gelegenheit, sich Verdienste um das Vaterland zu erwerben. Dies that er redlich und seine persönliche Tapferkeit und seine Umsicht im Augenblicke der Gefahr fanden ihre verdiente Anerkennung, indem ihm einerseits der österreichische Orden der eisernen Krone, andererseits der russische Annen-Orden III. Klasse verliehen wurde. Letzterer hatte einen besonders hohen Werth durch den Umstand, dass der Kaiser von Russland im ganzen nur 6 derartige Orden zur Vertheilung an Subaltern-Offiziere für hervorragende Leistungen im Felde gelangen liess.

Bald nach dem Kriege trat Herr v. Dutczynski, nachdem er sich bis zum Hauptmann im Generalstabe emporgeschwungen hatte, infolge der Mühsale, die ihm der Schlachtendienst auferlegt hatte, aus dem Militairverbande. Im Jahre 1854 finden wir ihn als Ingenieur im Civilstaatsbaudienst. Er hatte sich die Kenntnisse der technischen Fächer durch Selbststudium angeeignet. Im Friedensdienste that er sich nun nicht minder hervor, wie in jenem des Krieges. Hervorragendes leistete er als Erbauer der Bahnstrecke Jassenova-Steierdorf in Ungarn, sowie durch Verbauung der Siebenbürgischen Wildwässer.

Schon in den fünfziger Jahren, als Offizier des Generalstabes, erkannte er die hohe Wichtigkeit der Luftschiffahrt für Kriegszwecke, doch war er auch überzeugt, dass nicht der driftende Gasball, sondern ein wirklich selbstständig fliegendes Luftschiff jene Dienste leisten wird, die man von demselben erwartet. In diesem Sinne sammelte er mit grosser Emsigkeit Beobachtungen an Vögeln und Kerbthieren, die in einem Aufsatze in dieser Zeitschrift: „Ueber den Insectenflug" Form erhielten (Jahrgang 1893). Ein weiteres Ergebnis seiner Forschungen war die Erfindung eines Luftschiffes und neuartiger Schrauben. Beide Entwürfe lagen vollständig ausgearbeitet den Kriegsministerien in Oesterreich und Deutschland zur Ausführung vor, doch zerschlugen sich die darüber gepflogenen Verhandlungen, da die leitenden Persönlichkeiten einerseits erklärten, es sei für die Beschaffung und Einführung eines Luftschiffes als Waffe derzeit kein Geld verfügbar, andererseits waren sie der Ansicht, die Kosten der Erstausführung eines Entwurfes müsse der Erfinder tragen.

Unter diesen Umständen zog der Erfinder seinen Entwurf selbst zurück, um günstigere Gelegenheit zu dessen Belebung abzuwarten. Leider machte der Tod seinem bis ins Greisenalter stets regen Streben ein Ende, doch steht zu erwarten, dass sein Sohn, der ein treuer Mitarbeiter seines Vaters war, dessen Errungenschaften für die Welt erhalten wird.

Die Liebenswürdigkeit des alten Herrn, seine feinen Umgangsformen, sein treffender Witz, endlich seine Verdienste um das Vereinsleben werden stets in bester Erinnerung bleiben.

Karl Milla.

Vorläufige Mittheilung über die Fahrt des „Phönix" vom 16. März 1894. Auch die erste Hälfte des März trug noch den für Ballonfahrten so ungünstigen Charakter der Witterung, der seit Mitte Januar mit geringen Unterbrechungen angehalten

hatte und wo starke Winde die Füllung des grossen Ballons in hohem Maasse erschwerten oder direct unmöglich machten, deren Richtung aber aus Süd und Südwest im Verein mit starken Regenfällen eine eventuell unternommene Fahrt jedenfalls wegen der Nähe des Meeres und Belastung des Luftschiffes auf eine sehr kurze Dauer reduciren müsste. Um so freudiger wurde denn die Gelegenheit begrüsst, die sich uns Mitte März darbot, die Verhältnisse in grosser Nähe einer umfangreichen nicht allzu tiefen Depression zu studiren, welche jedoch von der Adria nach Schlesien und Polen ziehend in Norddeutschland mässige nördliche Winde hervorrief und hierdurch wenigstens die Gefahr ausschloss, über dem geschlossenen Wolkenmeere bei mangelnder Orientirung in wenigen Stunden auf die nahe Ostsee verschlagen zu werden.

Am 16. März stieg der „Phönix", an Bord ausser seinen regelmässigen Insassen, Herrn Prlt. Gross und dem Unterzeichneten, noch Herrn Major Nieber, den Commandeur der Kgl. Preussischen Luftschiffer-Abtheilung führend, um 7h 45m früh bei schwerer, tief hängender Bewölkung, leicht einsetzendem Regen und mässigem N. N. E.-Wind von seinem gewöhnlichen Hafen in Charlottenburg auf. Kaum war das Hippodrom gesichtet worden, als der Ballon auch schon bei etwa 250 m Höhe in die unteren Wolken, schnell dahinziehende Stratocumuli, eintauchte; doch gestatteten einzelne schmale Lücken in denselben bei Aufwand von viel Scharfsinn, Erfahrung und mittelst sehr genauer Karten den beiden Officieren noch auf etwa 30 km hin sich auf der Erde zu orientiren, wodurch es möglich war, die für die ganze Fahrt so wichtige Kenntniss von der Richtung und Geschwindigkeit des Windes über den unteren Wolken bis zur Höhe von 1000—1200 m zu gewinnen: sie war hier N 25° E bezw. etwa 47 km pro Stunde oder rund 13 m pro Secunde. Bald stieg jedoch der Phönix in die obere mächtige Wolkenmasse, die sich als eine einheitliche, graue Schicht dem Auge darstellte, und die Erde entschwand definitiv. Während, wie wir hernach erfuhren, den unteren Wolken reichlicher Regen zur Erde entströmte, schneite es hier bald stärker, bald schwächer auf den „Phönix" herab, der dadurch erheblich belastet, nur mit grossen Opfern an Ballast durch die mächtige, zwischen 1000 und 3000 bis 3500 m Höhe befindliche stratusartige Wolkenschicht durchzubringen war — hier an der oberen Grenze derselben grüsste die Reisenden endlich die Sonne, doch zeigte sich auch hier der Himmel noch zum mindestens halb bedeckt durch Cirri und Cirrocumuli. Hoch über uns schwebte diese dritte Wolkenschicht, auch als der Phönix nun durch die Sonne schnell erwärmt, nachdem wir eine grosse Welle gemacht und noch einmal in die Wolken herabgestiegen waren, rapide zu steigen begann und sich bis ca. 4400 m erhob, von wo aus mehrere Umstände dem Ballonführer den Abstieg zu beginnen geboten. Indessen hatte sich der „Phönix" vom Centrum der Depression entfernt — die mächtige Mittelschicht der Wolken war verschwunden, wie sie dachartig sich senkend schon vorher, gegen die Peripherie der Depression zu, rasch an Dicke abgenommen hatte. Vereinzelte Cirruswolken deckten noch den Himmel; durch grosse Lücken zwischen schnell dahinfliegenden bleigrauen Cumuli sahen wir verschneites Gebirgsland und hörten bis 2000 m herauf des Hochwaldes Brausen, eine schwierige Landung verheissend. Es waren dies die Südabhänge des Erzgebirges — bald verschwand der Schnee, das Egerthal war unter uns, Orchestermusik schallte durch die dichter werdenden Cumuli in Form eines flotten Marsches herauf — bis die wieder verschneite Erdoberfläche es uns wahrscheinlich machte, dass wir uns dem Böhmerwald näherten. An dessen nördlichen Abhängen wurde denn auch um 2h 40 Nachmittags in recht öder Gegend und sehr schwierigem Landungsterrain, am linken Ufer der in tiefen felsigen Schluchten dahinrauschenden Amsel (einem Nebenfluss der Mies) bei Tschernoschin nächst Plan (zwischen Eger

und Pilsen in Böhmen) eine unverhofft glatte, nur durch geschickte, rasch entschlossene Ausnützung einer Gebirgsmulde ermöglichte Landung ausgeführt. Die Rückreise führte uns über Eger, wo wir eine ungemein gastfreundliche Aufnahme seitens des gesammten Officiercorps der dort befindlichen Landwehr- und Linien-Infanterie fanden, für die an dieser Stelle noch einmal unseren aufrichtigsten Dank auszusprechen mir gestattet sein möge.

Von den wissenschaftliche Ergebnissen der Fahrt sei hier vorläufig nur soviel erwähnt, dass dieselbe sich besonders werthvoll gestaltete durch den Umstand, dass sie in der Nähe des Centrums einer flachen weit ausgebreiteten Depression vor sich ging, die einen der mächtigsten Landregen des Jahres über das östiche Deutschland und das nördliche Oesterreich brachte. Es war gelungen sowohl die untere als auch die Hauptwolkenschicht zu durchbrechen, welche letztere also von jener Mächtigkeit befunden wurde. Interessant war die erstmalige Feststellung durch direkte Beobachtung der pilzartigen Form der Wolkenmassse, die wie bereits oben erwähnt worden, von oben gesehen gegen Osten zu zur Mitte der Depression gewölbt anstieg bis jedenfalls über 4000 m Höhe, um sich nach Südwesten hin rasch zu senken und im westlichen Böhmen in ihrer mittleren Hauptmasse gänzlich zu verschwinden; nur die unteren Cumuli zogen hernach schaarenweise direkt unter den hohen Cirren in entgegengesetzter Richtung dahin.

Die tiefste Temperatur betrug in ca. 4250 m $-21{,}5^0$ und zeigt eine Abnahme von $0{,}62^0$ per 100 m; die Feuchtigkeit war constant auffallend hoch geblieben und selbst über den Wolken nicht unter 60% gesunken. Freilich lag, wie bereits erwähnt, noch eine ziemlich dicke Schicht von Cirrocum.- und Cirrost.-Wolken über dem Ballon als er culminirte.

Berson.

Zur Richtigstellung. „Unter Berufung auf das Pressgesetz“ ersucht uns Herr Gustav Koch in München um Aufnahme nachfolgender Richtigstellung.

In dem im März-Aprilhefte dieser Zeitschrift enthaltenen Artikel: „Die Segelradflugmaschine“ von Prof. G. Wellner erwähnt der Verfasser neben anderem auch des von mir in meiner letzten Brochüre: „Die Lösung des Flugproblems und das Luftschiff der Zukunft“ aufgestellten Flugmaschinenprojects als eines Drachenfliegers, welcher mittelst Oldham-Rädern gegen die Luft getrieben werden solle.

Da hiedurch der Glaube erweckt werden könnte, ich wolle mich mit fremden Federn schmücken, so erlaube ich mir darauf hinzuweisen, dass mir nicht allein meine Schaufel- bzw. Segelradflugmaschine im Allgemeinen, sondern speciell auch die zu deren Locomotion und Steuerung von mir neuconstruirten Räder patentirt worden sind, wodurch deren Eigenart amtlich und hinlänglich documentirt ist.

Die Bezeichnung der Letzteren als Oldham-Räder ist für mich um so befremdlicher, als ich in meiner obigen Brochüre die Unzweckmässigkeit des Oldham-schen Systems (wobei bekanntlich die Radschaufeln in ähnlicher Weise wie bei Herrn Professor Wellner's Segelrädern durch Excenter verstellt werden) und die unterscheidenden, einschneidenden Merkmale gegenüber meinen Rädern ganz besonders hervorgehoben habe.

Koch.

Litterarische Besprechungen.

L'aéronaute. 1893. No. 10. October: Ankündigung der neuen amerikanischen Luftschiffer-Zeitung „Aeronautics." — Auffahrt des Ballons „Svea" zu Stockholm von S. A. Andrée. Der Verfasser vermochte mit Unterstützung der schwedischen Akademie der Wissenschaften und privater wissenschaftlicher Fonds einen Ballon für wissenschaftliche Zwecke zu beschaffen. Die erste Fahrt desselben fand am 15. Juli 8[34] Uhr Morgens statt. Der Ballon erreichte eine Höhe von 3390 m. Die Aufzeichnung der Höhencurve erfolgte vermittelst des Barographen von Richard Frères Der Aëronaut besass an Instrumenten ein Aspirations-Psychrometer und ein Quecksilberbarometer und hatte luftleere Gefässe mit, um Luft aus grossen Höhen mitzubringen. Die Svea wurde auf die Ostsee getrieben, landete aber trotzdem gegen 6 Uhr glücklich

Apparat, um den Korb eines ins Meer gefallenen Ballons in ein Rettungsboot zu verwandeln, von Baron d'Allessandro; Der Apparat besteht aus cylinderförmigen zusammenklappbaren Luftsäcken, die am Korbrande befestigt werden. Preis 20 Fr. pro Stück, zu beziehen vom Erfinder in Paris, rue Picot No. 5.

Correspondenzen. — Sitzungsberichte der französischen Luftschiffer-Gesellschaft vom 6. Juli und 3. August.

L' aéronaute. 1893. No. 11 November: Das Dreirad Valère von Hureau de Villeneuve. Verfasser ist der Ansicht, dass diese mit Händen und Füssen vorwärtsgetriebene Maschine auch für die Luftschiffahrt Interesse biete.

Die Schraubenflieger in Oestreich, Abdruck einer Arbeit von Jarolimek über das Problem dynamischer Flugmaschinen. Die Redaction bemerkt dazu, dass die von vielen andern Aviateurs abweichenden Ansichten Jarolimek's denen des französischen Ingenieurs Pichault entsprächen. Letzterer habe sie am 16. Juni 1868 der Gesellschaft der Civilingenieure Frankreichs vorgetragen. Die Redaction theilt nicht die Hoffnungen, welche Jarolimek auf den Erfol g seines Schraubenfliegers setzt

Sitzungsberichte vom 5. October, 19. October und 12. November.

L'aéronaute. 1893. No. 12. Dezember: Das neue Militair-Luftschiffer-Etablissement zu Wien. Ein Abdruck aus der Allgemeinen Sport-Zeitung vom 15. October.

Luftreise über die Ostsee vermittelst Schlepptau von Andrée, Chefingenieur zu Stockholm.*)

Die Fahrt mit einem 1054 cbm grossen Ballon begann am 19. October 8,43 a. m. in Stockholm und endete um 7,15 p. m. auf einer Insel des finnländischen Archipels. Die Fahrt ist mit grosser Kühnheit ausgeführt und entbehrt nicht interessanter Beobachtungen. Verfasser fuhr mit nur 4 Sack Ballast von Stockholm ab und liess sich bald derart auf das Meer nieder, dass sein 33 m langes Schlepptau auf den Wogen schleifte. Die Hülfe eines Dampfers hat er in der sicheren Zuversicht, eine der vielen finnländischen Inseln zu erreichen, nicht angenommen. Seinen Ballast hatte er über der See verbraucht, Anker und Landungstau abgeschnitten; als der Ballon sich mehr und mehr den Wellen nähert, beobachtet er, wie er jedesmal vom Winde von unten gefasst wieder aufwärts getrieben wird. Auf diese Weise ist ihm die Fahrt geglückt; wie oft ihm derartige Fahrten glücken werden, wollen wir der Zukunft überlassen. Die anregende Schilderung der Fahrt würde im Ganzen sehr gewonnen haben, wenn der Verfasser sie nicht mit einer Reclame für die Ballonfabrik von Yon in Paris geradezu eingerahmt hätte.

---

*) Vergl. hierüber S. 285 u. 286 d. vorig. Jahrg. dies. Zeitschrift. D. Red.

Sitzungsbericht der französischen Luftschiffahrts-Gesellschaft vom 16. November 1893. de Fonvielle berichtet über die Explosion des Ballons Humboldt und bemerkt dabei, dass der deutsche Ballonstoff viel leichter elektrisch werde als der französische. Er weist dies an deutschen und französischen Ballonstoffproben mittelst Elektroskops nach.

Mck.

Vereinsnachrichten.

Nachtrag zum Bücher-Verzeichniss der Bibliothek des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt. Seit dem Jahre 1889, in welchem das Bücher-Verzeichniss der Bibliothek des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt neu aufgestellt und gedruckt wurde, sind so zahlreiche Bücher und Werke für die Bibliothek neu beschafft worden, dass es zweckmässig erschien, eine Ergänzung zum Bücher-Verzeichniss drucken zu lassen. Den Mitgliedern wird hiermit dieselbe als Beilage zu diesem Hefte der Zeitschrift übergeben.

Exemplare des Bücher-Verzeichnisses vom Jahre 1889 können von Mitgliedern in der Bibliothek noch in Empfang genommen werden.

Die Bibliothek hat sich inzwischen um ca. 150 Bände vermehrt, leider sind durch Verleihen an ein ehemaliges auswärtiges Mitglied, dessen Aufenthalt selbst durch Nachfragen bei der Polizeibehörde nicht ermittelt werden konnte, 8 Bücher verloren gegangen.

Gross, Premierlieutenant
als Bibliothekar des D. Vereins z. F. d. Luftschiffahrt.

Flugtechnischer Verein in Wien.

Protokoll der General-Versammlung am 30. März 1894.

Die Versammlung wird vom Obmann des Vereins Herrn Friedrich Ritter von Loessl eröffnet und das Protokoll der letzten Plenarversammlung vom 23. Februar 1894 durch den Schriftführer verlesen.

Der Cassa-Verwalter Herr Bosse verliest den Kassabericht. Nachdem einige Anfragen der Herren Kress und Schurich aufklärend beantwortet sind, wird derselbe genehmigt und der Richtigkeitsbefund seitens des Revisors Herrn Schurich bestätigt. —

Herr Max Wirth macht einige Vorschläge, dem Ballonfond weitere Mittel zuzuführen, die mit Beifall zur Kenntniss genommen werden.

Der Schriftführer W. Bosse verliest den Jahresbericht, worauf Herr Ing. Popper den im verflossenen Jahre verstorbenen Herren Jenny und Lippert einen Nachruf widmet, folgenden Inhalts:

Unser Verein hat den Verlust zweier Mitglieder und Förderer seiner Bestrebungen durch den Tod zu beklagen, es sind dies: Bergrath Prof. Carl Jenny nnd Ingenieur P. W. Lippert.

Professor Jenny, geboren 1819 in Wien, vollendete die Gymnasial- und akademischen Studien in Wien, wurde Assistent beim Professor Freiherrn von Burg am Wiener Polytechnikum für technische Mechanik und Maschinenlehre, dann Professor an der Bergakademie in Schemnitz in Ungarn, von wo er 1866 als ordentlicher öffentlicher Professor der technischen Mechanik an die k. k. technische Hochschule nach Wien kam, in welcher Stellung er bis zum Wintersemester des Jahres 1889 wirkte, — zu welcher Zeit er sein 70. Lebensjahr, das Normaljahr für Hochschulprofessoren erreichte und seine Lehrthätigkeit aufgab. Jenny veröffentlichte ein Werk über Materialproben, stellte sehr verdienstliche Untersuchungen über Festigkeit an und, was speciell die Flugtechnik betrifft, förderte sowohl als Gelehrter

wie auch als Obmann der vor 10 Jahren bestandenen Fachgruppe für Flugtechnik des Oesterreichischen Ingenieur-Architecten-Vereins die flugtechnischen Bestrebungen in jener Zeit, wo das Vorurtheil gegen solche Bestrebungen noch ein so grosses und allgemeines war, dass sowohl Ingenieure als namentlich Professoren sich geradezu genirten, sich für Flugtechnik zu interessiren.

Ingenieur Lippert war nicht nur einer der ältesten Flugtechniker unserer Zeit und auch einer der eifrigsten, sondern auch der eigentliche Gründer des Wiener Flugtechnischen Vereins.

Geboren 1830 zu Marienbad in Böhmen, absolvirte Lippert seine technischen Studien als Maschinenbauschüler an der Prager Technik im Jahre 1849, war hierauf als Maschinen-Ingenieur in Chemnitz in Sachsen, später in Reval in Russland und zuletzt in Leibach thätig; im Jahre 1873 bethätigte er sich an der Wiener Weltausstellung als Aussteller eines patentirten Permutationsschlosses und trat 1874 in die Dienste der damaligen k. k. priv. Elisabeth-Westbahn in Wien, von wo er 1881 wieder schied, um sich ausschliesslich flugtechnischen Arbeiten widmen zu können. Lippert arbeitete sowohl in Ballontechnik als auch in dem Gebiete der eigentlichen Aviatik; in ersterer Beziehung sei seine Abhandlung über die Parachute-Montgolfière in Erinnerung gebracht, in letzterer seine zahlreichen Aufsätze in den verschiedensten Zeitschriften, seine Vorträge in technischen Vereinen, u. A. auch in unserem eigenen Vereine.

Wir geben hier die Uebersicht seiner Arbeiten, wie sie uns sein Sohn, Herr Ingenieur B. Lippert, freundlichst zur Verfügung stellte:

„Flugfragen“ (Wochenschrift des österr. Ingenieur- und Architectenvereins 1876) „Ueber Flugtechnik“ (Technische Blätter 1876) „Parallelen aus der Transporttechnik“ (Wochenschrift des österr. Ingenieur- und Architectenvereins 1878), „Zur Flugthesis“ (Prakt. Maschinen Constructeur 1878), die Brochure „Natürliche Fliege-Systeme“, das Hauptwerk Lipperts, 1. und 2. Auflage, 1884 und 1885; „Technische Normen der Fliegemechanik“ (Prakt. Masch. Const. 1884), „Natürliche Flugdynamik“ (Z. d. deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt, 1886), „Freier Flug“ (Illustr. Oesterreich. Journal, 1887), „Ueber Arbeitsökonomie in der Flugbewegung“ (Zeitschrift für Luftschiffahrt, 1888), „Zur Klärung der Luftwiderstandsfrage“ (Wochenschrift des ö. Ing. u. Arch.-Ver. 1891) und endlich als letzte Arbeit „Flugtechnische Ausblicke“, ein erweiterter Abdruck des letztgenannten Aufsatzes.

Obwohl die Arbeiten Lipperts sehr schwer verständlich sind und vielfachen Anlass zu lebhafter Polemik gaben, so kann doch nicht geleugnet werden, dass Lippert durch seinen Eifer, seine lebhafte und oft geistreiche Darstellung, sowie durch seine nicht geringe Belesenheit in den einschlägigen technischen Publicationen viel dazu beigetragen hat, das Interesse für theoretische Untersuchungen in der Flugtechnik wach gehalten, mannichfache Anregung in dieser Richtung gegeben zu haben, ganz besonders dadurch, dass er, als muthiger und ausdauernder Vertheidiger seiner und Bekämpfer der Ansichten anderer dazu zwang, über schwierige Fragen sich selbst klarer zu werden, als man es wahrscheinlich ohne seine Deductionen sonst gewesen wäre.

Die Versammlung ehrt die Dahingeschiedenen durch Erheben von den Sitzen.—

Die in diesem Jahre zum Austritte gelangenden Ausschussmitglieder, die Herren Angerer, Hoernes, von Loessl und Platte werden per Acclamation wieder- und die Herren Hpt. Schindler und Oberlieut. Hinterstoisser neugewählt. Ausser den Genannten verbleiben daher im Ausschusse pro 1894 folgende Herren: Bosse, v. Dutczynski, Kress, Milla, Popper, v. Radinger, v. Stach, Wellner und Wien.

Herr Hauptm. Hoernes lehnt seine Wahl in den Ausschuss ab, nimmt jedoch über eindringliche Darstellungen der Herren v. Loessl, v. Stach, Schindler und Popper von diesem Vorhaben Abstand und bleibt im Ausschusse.

Als Revisoren werden wie im Vorjahre die Herren Victor Karmin und Victor Schurich gewählt.

Der Obmann ersucht die Versammlung, dass es anstatt des von ihm in Aussicht gestellten Vortrages „Ueber die flugtechnischen Bestrebungen in Amerika" dem technischen Assistenten Herrn Kotzauer gestattet sein möge einen Vortrag über den Vogelflug zu halten.

Nach Annahme dieses Vorschlages erhält Herr Kotzauer das Wort. Er erörtert die Verhältnisse der Flügelflächen-Grössen zum Gewichte bei Vögeln und Insecten, bespricht den Gleitflug und kommt zu dem Schlusse, dass die Schwere an und für sich den hauptsächlichsten Motor beim Fliegen bilde.

Eine von ihm in Zeichnungen vorgeführte Flugmaschine zeigt zwei Flügelflächen, welche durch einen Motor in schlagende Bewegung gesetzt werden sollen; über Art und Gewicht des Motors werden keine genaueren Angaben gemacht.

Bei der sich an den Vortrag knüpfenden Discussion betheiligten sich namentlich die Herren v. Loessl und Dr. Jäger, welcher letztere insbesondere eine sehr anschauliche Erklärung von Kraft- und Arbeits-Leistung in Bezug auf das Flug-Problem zur Darstellung bringt.

Hierauf Schluss der Versammlung um 9 Uhr.

v. Loesl, Obmann. W. Bosse, Schriftführer.

Protokoll der ausserordentlichen Generalversammlung am 20. April 1894.

Der Obmann, Herr Friedrich Ritter v. Stach, begrüsst die Versammlung und theilt mit, dass in der Ausschusssitzung vom 2. April d. J. die Constituirung vorgenommen wurde.

Herr Friedrich Ritter v. Stach wurde zum Obmann, Herr Friedrich Ritter v. Loessl zum I. Obmann - Stellvertreter, Herr Hauptmann Anton Schindler zum II. Obmann-Stellvertreter gewählt. Er erwähnt im Verlaufe seiner Ansprache, dass der Verein in letzter Zeit einen schätzbaren Zuwachs an Mitgliedern gewonnen habe und dass es somit angemessen sei, demnächst ein neues Mitgliederverzeichniss erscheinen zu lassen. Nachdem ferner die gegenwärtige Plenarversammlung voraussichtlich die letzte in dieser Saison sei, so macht er darauf aufmerksam, dass während der Sommerzeit an jedem ersten Freitage im Monate eine freie Zusammenkunft der Mitglieder abends gegen 8 Uhr im Hôtel Höller in Aussicht genommen sei, um Gelegenheit zu fachlichem Gedankenaustausche zu bieten.

Der Obmann geht nun zu dem Hauptpunkte der Tagesordnung, der Statutenänderung, über, bespricht kurz die im Laufe der Zeit nöthig gewordenen vom Ausschusse beantragten Statutenänderungen, welche sämmtlichen Mitgliedern mit der Einladung gedruckt zugesendet wurden; er bittet die Mitglieder hierzu das Wort nehmen zu wollen. Nachdem sich Niemand zum Worte meldet, wird zunächst der Antrag gestellt, über diese Anträge des Ausschusses en bloc abzustimmen.

Derselbe wird einstimmig angenommen.

Der Antrag des Herrn Max Wirth, die Obmänner nicht in der Generalversammlung, sondern im Ausschusse zu wählen, wird abgelehnt und hierauf der vom Ausschusse beantragte Statutenentwurf einstimmig angenommen, womit dieser Punkt der Tagesordnung erledigt ist.

Der Obmann beantragt namens des Ausschusses, die neuen Vereinsmitglieder, die Herren Victor Silberer und Oberlieutenant Trieb zu Ausschussmitgliedern, und Herrn Ferdinand Oberwimmer zum Revisor-Stellvertreter zu wählen.

Bezüglich dieser Wahlen wird der Wahlmodus per Acclamation genehmigt; der Antrag wird einstimmig angenommen und erscheinen somit die genannten drei Herren einstimmig gewählt. Der Obmann fragt nun, ob noch Jemand eine geschäftliche Mittheilung machen wolle. Nachdem dies nicht der Fall ist, schliesst

er die ausserordentliche Generalversammlung und bittet Herrn Ritter von Loessl seinen freundlichst zugesagten Vortrag: „Ueber die flugtechnischen Bestrebungen in Amerika“ halten zu wollen.

Der Vortragende referirt über einige theils in der amerikanischen Zeitschrift „Aeronautics“ enthaltene, theils anderwärts in Amerika veröffentlichte flugtechnische Abhandlungen, welche ein hervorragendes Interesse bieten.

Zuerst werden die jüngst bekannt gewordenen neuen Versuche von M. Langley besprochen, wodurch dieser mittels eigens construirter, sehr leichter Robinson'scher Anemometer die Geschwindigkeitsschwankungen der strömenden Luft beobachtet und graphisch dargestellt hat. Aus der von Secunde zu Secunde sehr bedeutend variirenden Bewegungsgeschwindigkeit der Luft, welcher Langley den Namen „Innere Luftarbeit“ beilegt, hat dieser Experimentator die Möglichkeit abgeleitet, dass eine in der Luft schwebende Fläche ohne Anwendung einer von ihr selbst ausgehenden motorischen Arbeit nicht nur in die Höhe gehoben, sondern auch gegen die herrschende Windrichtung vorwärts geschoben werden könne. Hierdurch erscheine auch das Problem des mühelosen Schwebefluges der Vögel gelöst.

Der Vortragende zergliedert die für und gegen diese Ansicht sprechenden Argumente und gelangt zu dem Ergebnisse, dass durch die innere Arbeit der strömenden Luft die Erscheinungen des auch bei ruhiger Luft vor sich gehenden Schwebefluges der Vögel noch lange nicht völlig aufgeklärt und die Langley'sche Beweisführung unzulänglich sei.

Sodann wird ein Bericht über die von H. C. Vogt unternommenen Versuche reproducirt, wonach dieser Experimentator mehrere Boote und ein grösseres Seeschiff anstatt durch die üblichen Wasser-Propeller durch Luftschrauben in Bewegung gesetzt hat und hierdurch zu der Ueberzeugung gelangte, dass ein und dieselbe Motormaschine die gleiche Vorwärtsbewegung eines Schiffes hervorzubringen vermöge, ob der Propeller im Wasser arbeite oder als Flügelschraube in die Luft eingreife.

Dabei fordere die Luftschraube einen beiläufig 6 mal grösseren Durchmesser, einen kleineren Schiefstellungswinkel der Flügel, etwa $1/_3$ bis $1/_4$, und eine grössere Antriebsgeschwindigkeit. Eine von Vogt erhoffte noch grössere Leistung der Luftschraube sei jedoch noch nicht erzielt worden. Der Vortragende sieht in diesen und anderen von Vogt gewonnenen Versuchs-Ergebnissen, wenn sie den Thatsachen wirklich entsprechen, einen für die gesammte Flugtechnik sehr wichtigen und aufmunternden Fortschritt, welcher Anerkennung und Dank verdient.

Ferner reproducirt der Vortragende auszugsweise eine der Royal Society of N. S. Wales vorgelesene Abhandlung von L. Hargrave aus Sidney über einen von ihm construirten und neuerdings verbesserten Dampfmotor kleinster Art für den Betrieb von Flugapparat-Modellen.

Die ausgestellt gewesene mit Weingeist zu heizende verbesserte Dampfmaschine wog nur 3·6 Kilogramm und leistet 0·653 Pferdekraft. Als besonders wissenswerth hebt der Vortragende hervor, dass Hargrave nach mehreren mit Flügelschlag-Apparaten vorgenommenen und gelungenen Experimenten schliesslich dennoch abräth, weitere Studien mit derartigen Apparaten vorzunehmen und dagegen eindringlich empfiehlt, künftige Fliegeversuche lieber mit Hilfe des Zellendrachen-Systems anzustellen.

Seine an Zellendrachen in freier Luft vorgenommenen Beobachtungen und Vergleiche geben ein sehr schätzenswerthes Unterrichtsmaterial an die Hand, so dass hierdurch eine fehlerhafte Constructionsweise im vorhinein als ausgeschlossen erscheint. Ein Hauptvortheil des Zellendrachen-Systems liege darin, dass ein solcher Apparat aus zwei gänzlich geschiedenen Theilen bestehe und hierdurch die Eigenschaft erlange, eine constante Schwerpunktslage und eine wenig variable Schief-

stellung anzunehmen, wodurch jede starke Schwankung und die Gefahr des Umkippens gründlich beseitigt sei. Der Vortragende glaubt auf diesen Punkt ganz besonders die Aufmerksamkeit der Versammlung lenken zu sollen, indem er zugleich auf einige ihm weit früher von Herrn Kress gemachte übereinstimmende Ausserungen hinweist. Auch erwähnt der Vortragende, dass er selbst während des heurigen Sommers sich mit Zellendrachen zu beschäftigen gedenke.

Als Hauptgegenstand der heutigen Auslese aus fremdländischen Berichten wird nun eine aus der vorjährigen amerikanischen Weltausstellung direkt bezogene Beschreibung des neuen Dampfmaschinen-Systems von Laval in Beachtung gezogen.

Dieses neue System erscheint dem Vortragenden nicht nur wegen des hierbei zulässigen höchst geringen Maschinengewichtes und fast unglaublich kleinen Maschinenformates von Wichtigkeit für die Luftschiffahrt, sondern dessen Princip ist an und für sich von hoher Bedeutung und um so mittheilenswerther, als bis jetzt, wenigstens in Oesterreich und Deutschland, noch keine ausführlichen Beschreibungen und Beurtheilungen publicirt worden sind. Der Vortragende geht zu der Darlegung des Princips über, welches einfach darin besteht, dass Laval nicht den verdichteten und gespannten Dampf zur mechanischen Arbeitsleistung verwendet, sondern, den Dampfkessel als blosses Reservoir einer grossen Materialmenge betrachtend, nur den wieder expandirten und völlig abgespannten Dampf ausnützt, resp. dessen hohe Ausströmungsgeschwindigkeit verwerthet. Gestützt auf die allgemeine Formel der lebendigen Kraft $L = \frac{G v^2}{2 g}$, worin G das Gewicht einer bewegten Materie und v die Geschwindigkeit der Bewegung bezeichnet, betrachtet er neben dem minderwerthigen Dampfgewicht G das Quadrat der hohen Strömungsgeschwindigkeit, v^2, als den auschlaggebenden Hauptfactor, indem der letztere schon bei 5 Atmosphären Dampfspannung 800^2 oder gar 1100^2 beträgt. Laval lässt einen dünnen Strahl des mit der besagten lebendigen Kraft versehenen Dampfes auf die Peripherie eines nur 15 cm Durchmesser haltenden Triebrades strömen und übersetzt dann die erlangte primäre Rotationsgeschwindigkeit nach rückwärts auf geringere praktikable Geschwindigkeiten. Er benennt diese Maschine als „Dampfturbine“, und es besteht, theoretisch genommen, kein Zweifel, dass eine derartige Ausnützung eines vorhandenen Dampfquantums eine viel grössere Gesammtwirkung liefern muss, als wenn man dieselbe Quantität Dampf im hochgespannten Zustande auf einen Kolben wirken und sodann grossentheils ohne weitere Ausnützung entweichen lässt. Ja, die Gesammtwirkung ist geradezu ein mathematisches Maximum.

Der Vortragende erläutert sodann die Zuleitung des Dampfstrahles zum Treibrade durch divergirende Düsen, sowie alle sonstigen Constructionsdetails nach der ihm zugekommenen Originalzeichnung einer solchen in Chicago ausgestellt gewesenen Maschine und der hierzu von Laval gegebenen Beschreibung, woraus allerdings auch bedeutende Ausführungsschwierigkeiten ersichtlich werden. Schliesslich geht der Vortragende auf die Idee über, das Laval - System auf Motoren mit comprimirter Luft zu übertragen und in dieser Modification für flugtechnische Zwecke zu verwenden, wie dies ohne Zweifel auch für Torpedos ausführbar sein dürfte.

Nachdem noch Herr Kress zu den erörterten Gegenständen einige ergänzende Bemerkungen beigefügt und der Vereinsobmann für die vernommenen Ausführungen den Dank der Versammlung zum Ausdrucke gebracht hat, erfolgt der Schluss der Versammlung um 9 Uhr.

Fried. Ritter v. Stach, Obmann. W. Bosse, Schriftführer.

Uebersicht über die bisherigen meteorologischen Beobachtungen auf dem Eiffelthurme und deren Verwerthung.

Von Dr. **Süring** in Potsdam.

Die beträchtliche Höhe und der schlanke Aufbau machen den Eiffelthurm zum Studium der Vorgänge in den unteren Schichten der Atmosphäre hervorragend geeignet. Unmittelbar an der Erdoberfläche finden selbst bei ganz freier Lage doch immer störende Einflüsse durch Strahlung, locale Winde u. dgl. statt, so dass die Aufzeichungen auch der besten Observatorien auf Bergen nicht ohne Weiteres als Typus der meteorologischen Verhältnisse in der betreffenden Höhe der freien Atmosphäre angesehen werden können. Vollkommen einwurfsfreie Resultate würde ein Fesselballon liefern, jedoch stehen der Gewinnung einer längeren ununterbrochenen Reihe von Aufzeichnungen so bedeutende Hindernisse entgegen, dass erfolgreiche Versuche in grösserem Umfange bisher nicht gemacht sind. Der Eiffelthurm bietet nun eine überaus glückliche Lösung dieser Schwierigkeiten, und die erzielten Resultate entsprechen vollkommen den Erwartungen. Es verlohnt daher wohl, hier hinzuweisen auf die Beobachtungen, welche von diesem Observatorium vorliegen und auf die Förderung, welche die Physik der Atmosphäre durch die aus ihnen abgeleiteten Resultate erhalten hat.

Der Vollständigkeit halber müssen einige Bemerkungen über die Art und Aufstellung der Instrumente vorausgeschickt werden. Die oberste Plattform des Eiffelthurmes ist lediglich für meteorologische Zwecke bestimmt. Hier befinden sich in 335 m Seehöhe, 302 m über dem Boden eine Thermometerhütte, enthaltend selbstregistrirende Thermometer und Haarhygrometer, System Richard Frères, und Quecksilberthermometer zur direkten Ablesung, ferner Regen- und Windmesser. Die Windapparate, welche auf 4.5 m langen Stangen befestigt sind, sind meist neuere Erfindungen der Firma Richard Frères. Die Geschwindigkeit des Windes wird mittelst eines um eine horizontale Axe sich drehenden Stahlrades, an dessen äusserem Umfange sechs Aluminiumflügel unter 45° Neigung angebracht sind, gemessen. Dieses Rad befindet sich am Ende einer gewöhnlichen Windfahne und wird durch diese stets in die Richtung der jeweiligen Luftströmungen gedreht. Die Bestimmung der Windrichtung geschieht durch zwei mit vier Flügeln versehenen Räder, die auf derselben horizontalen Axe angebracht sind, das ganze System dreht sich um eine verticale Axe. In Bezug auf die Einzelheiten der Apparate und auf die sinnreiche elektrische Uebertragung der Registrirungen nach den Räumen des meteo-

rologischen Central-Instituts muss auf die eingehende Beschreibung von Richard[1]) verwiesen werden. Auch die Messung der verticalen Luftströmungen hat man versucht mittelst vier ebener, unter 45° geneigter Windmühlenflügel, die um eine verticale Axe drehbar sind. Durch einen oben und unten offenen Cylinder ist der Apparat gegen die direkte Wirkung horizontaler Luftströme geschützt. Die weiter unten noch näher zu besprechenden Angaben dieses Instrumentes sind zum Theil so merkwürdig, dass ein Zweifel an dem richtigen Arbeiten des Instruments nicht unberechtigt erscheint. — Die Barometer sind nicht auf der Spitze des Thurmes, sondern in 313 m Seehöhe aufgestellt, bis 1891 benutzte man Aneroidbarographen von Richard Frères, seit 1891 zwei registrirende Quecksilberbarometer von derselben Firma. Ferner sind noch zwei Thermometergehäuse 197 und 123 m über dem Erdboden angebracht.

Die Registrirungen auf dem Eiffelthurm begannen im Anfange des Jahres 1889. Die ersten Veröffentlichungen erfolgten in den Wetterberichten des Bureau du Central Météorologique de France, wo seit dem 1. October 1889 die täglichen Aufzeichnungen von Luftdruck, Temperatur und Wind für 7ª und 6ᵖ mitgetheilt werden. Die ausführlichen Ergebnisse seit Juli 1889 — achtmal tägliche Aufzeichnungen von Luftdruck, Temperatur relativer Feuchtigkeit und Wind — sind enthalten in dem zweiten Theile der „Annales du Bureau Central Météorologique de France" Jahrgang 1889, 90, 91, 92. Im ersten Theile dieser Annalen giebt der Direktor der Pariser Centralstelle, Herr Angot, für jedes Jahr eine Uebersicht über die Beobachtungsergebnisse auf dem Eiffelthurm und an den Basisstationen im Bureau Central und in dem etwa 2 Stunden von Paris entfernten Observatorium im Parc de Saint Maur. Vorläufige Berichte und die Discussion einiger Resultate sind ausserdem enthalten in den Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, sowie in dem Annuaire de la Société Météorologique de France.

Am besten werden sich die wichtigsten der bisher vom Eiffelthurm erhaltenen Resultate übersehen lassen, wenn die meteorologischen Elemente Luftdruck, Temperatur, Feuchtigkeit und Wind nach einander besprochen werden. Dabei muss mit besonderer Ausführlichkeit die tägliche Periode der verschiedenen Elemente behandelt werden, da gerade sie zeigt, wie sehr verschieden schon in so geringer Höhe die Verhältnisse in der freien Atmosphäre von denen an der Erdoberfläche sind.

Reducirt man die Luftdruckaufzeichnungen des Eiffelthurmes auf das Meeresniveau, so findet man im Jahresmittel verglichen mit Paris einen um 0.15 mm zu niedrigen Barometerstand. Der Grund dieser Erscheinung ist noch nicht aufgedeckt. Eine Abhängigkeit dieses Unterschiedes von

[1]) Notice sur les instruments enregistreurs construits par Richard Frères. Paris 1889.

der Jahreszeit ist nicht erkennbar. Angot sucht die Erklärung in den sehr verschiedenen Windgeschwindigkeiten oben und unten, die untersten Luftschichten seien gewissermassen in einen wenig beweglichen Luftmantel eingehüllt; wahrscheinlicher ist wohl, dass die Temperatur den Haupt-Einfluss spielt. — Im Allgemeinen finden sich die kleinen auf dem Eiffelthurme registrirten Barometerschwankungen in den Pariser Curven auch wieder. Zeitweilig kamen jedoch Abweichungen der reducirten Werthe bis zu 1 mm vor; wegen des geringen Materials lässt sich über die Ursache dieser Erscheinung noch nichts Bestimmtes sagen. Theils wird man sie in Temperaturunterschieden, theils in verticalen Luftbewegungen zu suchen haben. Als typischer Fall einer solchen Anomalie kann die Periode vom 20. bis 24. November 1889 angesehen werden. — Die tägliche Luftdruckschwankung zeigt deutlich einen Uebergang von den an der Erdoberfläche zu den auf Berggipfeln beobachteten Erscheinungen. Auf dem Eiffelthurm ist das Hauptminimum des Luftdruckes (von 4—6 a) viel ausprägter als unten, das erste Maximum (9—11 a)und das zweite Minimum (2—5 p) sind im Gegenteil weniger stark, während das Nacht-Maximum wieder grösser ist als unten. Ueber die Grösse der täglichen Schwankung giebt die folgende für das Jahr 1890 gültige Tabelle Aufschluss, welche die Abweichungen vom Tagesmittel in 0.01 mm enthält.

	Mittern	2a	4a	6a	8a	10a	Mittag	2p	4p	6p	8p	10p
Eiffelth.:	16	—07	—30*	—21	08	**32**	18	—14	—24*	—11	10	**24**
Paris:	19	02	—15*	—03	24	**38**	09	—31	—42*	—26	08	**23**

Auch die Eintrittszeiten der Extreme sind oben etwas verschoben. Das erste Minimum und das letzte Maximum treten an beiden Stationen fast zur selben Zeit ein. Dagegen verspäten sich auf dem Eiffelthurme das erste Maximum sowie das zweite Minimum. Ein drittes kleines Maximum zwischen 2 und 3a zeigt sich sowohl oben wie unten im Winter.

In hochinteressanter Weise hat Prof. Hann die Barometeraufzeichnungen vom Eiffelthurme verwerthet[1]). Den täglichen Gang des Luftdrucks muss man sich entstanden denken durch die Uebereinanderlagerung zweier Luftdruckwellen, einer doppelten täglichen, welche durch die Absorption der Sonnenstrahlung an den obern Schichten der Atmosphäre zu erklären ist und daher unabhängig von den Jahreszeiten, dagegen abhängig von der Entfernung der Erde von der Sonne ist, und einer einmaligen täglichen Welle, die in erster Linie von dem täglichen Wärmegange in der Nähe der Erdoberfläche und dessen zeitlichen und örtlichen Verschiedenheiten beeinflusst wird. Die Aenderung der täglichen Periode mit der Höhe, welche sich — wie eben erwähnt — auch schon auf dem Eiffelthurme durch eine Verschiebung der Grösse und der Eintrittszeiten der Extreme charakterisirt, hatte man bisher auf den Einfluss der täglichen Erwärmung der unteren

[1]) Weitere Untersuchungen über die tägliche Oscillation des Barometers. Denkschr. k. Akd. Wiss. Wien. 1892 Bd. LIX S. 297.

Luftschichten auf die einmalige tägliche Barometerschwankung zurückzuführen versucht. Prof. Hann hat nun gezeigt, dass auch die Wendepunkte der zweimaligen täglichen Barometerschwankung mit zunehmender Höhe in der Atmosphäre sich verspäten uud der Grund dafür auch in dem Temperaturverlauf der unterhalb gelegenen Luftschichten zu suchen ist. Um den Beweis hierfür zu bringen, musste die Grösse des Einflusses der Temperatur, die „thermische Druckschwankung" direkt berechnet werden. Zur Berechnung der mittleren Temperatur der unterhalb liegenden Luftsäule erwiesen sich die Beobachtungen von Berggipfeln wegen der störenden Wirkung der topographischen Verhältnisse ungeeignet; hierzu liess sich nur der frei emporragende Eiffelthurm verwenden. Beobachtung und Rechnung stimmen hier vorzüglich mit einander überein; es erklärt somit der tägliche Temperaturverlauf vollständig alle Modificationen, welche der Barometergang in der Höhe darbietet. Prof. Hann ist dann noch einen Schritt weiter gegangen, und hat aus den correspondirenden Barometeraufzeichnungen zu Paris und auf dem Eiffelthurme die Lufttemperatur für den Eiffelthurm berechnet. Das Resultat für die Monate Mai bis August sei hier in abgekürzter Form mitgetheilt.

	Mttn.	3a	6a	9a	Mttg.	3p	6p	9p	Mittel
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beob. (1890):	12.7	11.6	12.1	15.0	17.5	18.2	16.8	14.2	14.7
Berechnet:	13.6	12.5	11.7	13.2	15.1	16.3	15.7	14.4	14.0

Die Werthe der wahren Lufttemperatur liegen vermuthlich zwischen den beobachteten und berechneten Zahlen, da verschiedene Gründe, u. A. vergleichende Beobachtungen mit dem Aspirationspsychrometer, dafür sprechen, dass in Folge der Aufstellung der Instrumente die auf dem Eiffelthurme beobachtete Temperaturschwankung eine zu grosse ist.

Im Anschlusse hieran sollen nun die thatsächlich beobachteten Temperaturverhältnisse der Luftschicht zwischen Paris und dem Eiffelthurme besprochen werden. Einen Bericht über die Registrirungen in verschiedenen Höhen des Eiffelthurmes und die daraus sich ergebenden verticalen Temperaturänderungen hat Angot der Pariser Akademie der Wissenschaften eingereicht[1]). Diesem Aufsatze ist auszugsweise die folgende Tabelle entnommen, welche für zwei charakteristische Perioden des Tages, nämlich von Mitternacht bis 4 Uhr Morgens und von Mittag bis 4 Uhr Nachmittags die Temperaturen in 2, 123, 197 und 302 m Höhe über dem Boden enthält.

	Mttn. — 4a				Mttg. — 4p			
	2 m	123 m	197 m	302 m	2 m	123 m	197 m	302 m
	0	0	0	0	0	0	0	0
Frühling	6.31	7.26	6.90	6.23	12.90	11.26	10.40	9.59
Sommer	12.79	13.74	13.84	12.98	20.34	18.78	17.85	17.08
Herbst	8.01	9.36	9.72	9.22	14.34	13.01	12.33	11.39
Winter	0.47	1.27	1.33	1.05	4.55	3.65	3.07	2.35
Jahr	6.39	7.91	7.95	7.37	13.03	11.68	10.91	10.10

[1]) Sur la décroissance de la température dans l'air avec la hauteur. Comptes Rendus Ac. Sc. Paris 1892. T. CXV. S. 1270.

In allen Monaten steigt in der Nacht die Temperatur mit zunehmender Höhe, und zwar durchschnittlich bis zu 170 m Höhe; am schnellsten erfolgt die Zunahme im Herbst, am langsamsten im Winter und Frühling. Von 170 m an ergiebt sich für den Winter eine Temperaturabnahme von 0°.5 für je 100 m, für den Sommer von 0°.8. Am Tage nimmt die Temperatur schon vom Boden an mit der Höhe ab, in den untern Schichten wesentlich schneller als in den oberen, von Februar bis September sogar um mehr als 1° auf 100 m bis zu der Höhe von 160 m. Eine so rasche Abnahme der Temperatur bewirkt aber labiles Gleichgewicht und aufsteigende Luftströme. Der Nachweis verticaler Luftbewegungen auf Grund der correspondirenden Temperaturbeobachtungen kann als ein wichtiges Resultat der letzteren bezeichnet werden.

Störungen im normalen Gange der verticalen Temperaturvertheilung, und zwar die Fälle, wo es auch am Tage auf dem Gipfel des Eiffelthurmes wärmer war als am Fusse desselben, hat der Verfasser dieser Zusammenstellung einer nähern Betrachtung unterworfen[1]). Es zeigte sich dabei, dass eine Temperaturzunahme mit der Höhe besonders intensiv und häufig dann auftritt, wenn Paris an der Vorderseite einer barometrischen Depression liegt. Daraus wurde geschlossen, dass dann die hohe Temperatur auf dem Eiffelthurm — es war zeitweilig um 12° wärmer als unten — zum grossen Theile in Folge herabsinkender und sich dabei dynamisch erwärmender Luftmassen entsteht. Solche föhnartigen Erwärmungen hatte man bisher meist nur für das Centrum eines Luftdruckmaximums angenommen; sie sind aber im Randgebiet von Maximum und Minimum, wenigstens in geringen Höhen, kaum weniger intensiv. Diese Erscheinung wird manchmal noch auffallender dadurch, dass auch die Winddrehung auf dem Eiffelthurme früher eintritt als unten und nun die Temperaturerhöhung durch eine warme horizontale Luftströmung gesteigert wird. Ein typisches Beispiel lieferte die zweite Hälfte des Novembers 1889, wo die Aenderung des Wetters auf dem Eiffelthurme volle zwei Tage früher eintrat als am Erdboden: hier blieb es kalt und ruhig, während oben schon ein warmer starker SSW wehte. Es liegt auf der Hand, dass derartige Phänomene für die Wetterprognose von hoher Bedeutung sind.

Nach dreijährigen Aufzeichnungen (1890—92) ergiebt sich die mittlere Jahrestemperatur auf dem Eiffelthurme zu 8°.7, während man für Paris 9°.6 findet. Wie man schon aus der obigen Temperaturtafel, noch besser aber aus der am Schlusse dieser Arbeit befindlichen Zusammenstellung sehen kann, ist die jährliche Temperaturschwankung oben nicht sehr abgeschwächt. Die Monatsmittel nähern sich einander um etwa 1° mehr als unten und die Differenz der mittleren Extreme ist oben 3°.7 kleiner als unten. Bemerkens-

[1]) Die verticale Temperaturvertheilung auf der Vorderseite der Depressionen nach Beobachtungen auf dem Eiffelthurme. Meteor. Zeitschr. 1892. Bd. IX. S. 471.

werth ist die Abflachung der täglichen Periode der Temperatur; sie ist fast genau so gross wie auf dem 1467 m hohen Puy de Dôme in der Auvergne. Die mittlere Tagesschwankung beträgt nur etwa 5°.

Von weniger Interesse, aber doch von kaum geringerer Wichtigkeit als der Gang der Temperatur ist derjenige der Feuchtigkeit. Im Jahresmittel beträgt die absolute Feuchtigkeit auf dem Eiffelthurme 6.2 mm, im Parc de Saint Maur bei Paris 7.3 mm. Der tägliche Verlauf derselben ist am Erdboden ein ziemlich verwickelter; im Binnenlande zeigen sich mit Ausnahme des Winters ein Hauptminimum in der Nacht, ein secundäres Minimum am Tage und dazwischen zwei Maxima am Vormittage und am Nachmittage. Auf Bergen und an der Küste verschwindet das secundäre Minimum. Nach dreijährigen Registrirungen auf dem Eiffelthurme ist ein täglicher Gang mit einem Minimum Morgens und einem Maximum Nachmittags im Winter nur ganz schwach angedeutet[1]). In den übrigen Jahreszeiten zeigt sich wiederum derselbe Gang wie auf Berggipfeln: ein Maximum um 9^a, ein Minimum um 5^p. Im Parc de Saint Maur treten die Maxima um 9^a und 8^p, die Minima um 4^a und 4^p ein. Das Minimum ist oben stärker entwickelt als unten; bemerkenswerth ist ferner, dass keine Verspätung des Maximums in 300 m Höhe eintritt, denn den Grund dafür, dass der Dampfdruck bis zum Vormittage zunimmt, sieht man im Allgemeinen darin, dass der von der Verdunstung an der Erdoberfläche herrührende Wasserdampf durch Diffusion in die höhern Schichten der Atmosphäre gelangt. Die Unterschiede zwischen oben und unten während des Tages sind in dem Spiele der verticalen Luftbewegungen zu suchen, auf welche bei Besprechung der täglichen Periode des Windes noch näher eingegangen werden soll. — Die relative Feuchtigkeit zeigt auf dem Eiffelthurme naturgemäss denselben täglichen Gang wie unten, aber die Amplitude desselben st oben viel geringer; der Unterschied entsteht dadurch, dass in der Nacht die Luft oben wesentlich trockener ist, während am Tage ungefähr dieselben Beträge wie unten erreicht werden. Dagegen ist die Jahresschwankung oben grösser als unten; dies rührt besonders von den grossen Unterschieden im Herbst her. Die Luft ist dann in 300 m Höhe beträchtlich wärmer und dementsprechend ihre Trockenheit grösser als am Boden.

Ueber die Registrirung des Regenfalls kann man sich sehr kurz fassen. Die erhaltene Niederschlagsmenge ist viel zu gering, denn bei starkem Winde werden die in das Auffangegefäss hineinfallenden Tropfen wieder herausgeweht, so dass manchmal selbst heftige Niederschläge keine messbaren Mengen liefern. Es ergiebt sich die Nothwendigkeit, den Regenmesser stets gegen den Wind zu drehen, jedoch hat man bei dem Raummangel auf der Plattform des Thurmes von solchen Vorrichtungen einstweilen Abstand genommen.

---

[1]) Angot. Sur la variation diurne de la tension de la vapeur d'eau. Comptes Rendus Ac. Sc. Paris 1893. T. CXVII. S. 1067.

Bei der Betrachtung der Windverhältnisse fällt zunächst die Stärke des Windes auf. Seine Geschwindigkeit beträgt im dreijährigen Mittel für Paris 2.1 m. p. s., für den Eiffelthurm 8.6. Zum Vergleich seien einige Resultate von Berggipfeln angeführt; auf dem Säntis (2500 m hoch) hat man als mittlere Windgeschwindigkeit 7.6, auf dem Sonnblick (3100 m) 8.2, auf dem Pike's Peak (4308 m) 8.9 m. p. s. gefunden. Die bis zum Schlusse des Jahres 1893 beobachtete grösste Windgeschwindigkeit in einzelnen Stössen war 44 m. p. s. am 20. Dezember 1893. Das Monatsminimum betrug von 1889—92 5.9 m. p. s., das monatliche Maximum hat mehrfach 11 m überschritten; eine genaue Zahl lässt sich nicht angeben, da das Anemometer verschiedentlich durch Sturm schadhaft wurde. Im Durchschnitt ist die Windgeschwindigkeit auf dem Eiffelthurme viermal grösser als in Paris. Die täglichen Beobachtungen deuten darauf hin, dass dieses Verhältniss sehr von der Richtung des Windes abhängt; es ist kleiner bei Ost-, als bei West- und Südwestwinden. Wie weit Localeinflüsse hier mitsprechen, ist noch nicht endgültig entschieden.

Die tägliche Periode des Windes ist auf dem Eiffelthurme eine so regelmässige, dass sich die Mittheilungen, welche Angot[1]) schon nach viermonatlichen Registrirungen machen konnte, ebenso wie einige von Prof. Billwiller[2]) daraus gezogene Schlüsse im Wesentlichen bestätigt haben. Eine ausführlichere Bearbeitung, verbunden mit wichtigen theoretischen Erörterungen über den Luftaustausch in verschiedenen Höhen ist kürzlich von Prof. Sprung[3]) gegeben. Während am Erdboden das Maximum der Windgeschwindigkeit um Mittag, das Minimum um Mitternacht auftritt, verhält es sich in der Höhe umgekehrt. Das Minimum zeigt sich am Tage zwischen 9^a (im Sommer) und 2^p (im Winter), das Maximum in der Nacht; im Winter zerfällt das letztere in zwei, zwischen welche sich ein deutlich erkennbares Minimum einschiebt. Die Umkehrung der täglichen Periode erklärt sich im Wesentlichen durch den verticalen Luftaustausch: die langsam fliessenden unteren Luftmassen steigen empor und verringern die Windgeschwindigkeit in der Höhe, dafür gelangen Luftmassen aus der Höhe an den Erdboden und vergrössern hier die Geschwindigkeit. Die Verfrühung des Minimums auf dem Eiffelthurme im Sommer ist nach Prof. Sprung darauf zurückzuführen, dass die dem Eiffelthurme durch verticale Luftströme zugeführten Massen nicht nur von unten, sondern zum Theil auch von oben stammen, und nun die Windgeschwindigkeit ebenso wie am Erdboden vergrössern. Dadurch wird nicht nur das Minimum verschoben, sondern auch

[1]) Sur la vitesse du vent au sommet de la tour Eiffel. Mémoires. Congrès mét. international. Paris 1889. S. 56.

[2]) Sur la variation diurne de la vitesse du vent à différentes hauteurs. Mém. Congrès mét. intern. Paris 1889. S. 142.

[3]) Die tägliche Periode der Richtung (und Geschwindigkeit) des Windes auf dem Eiffelthurm. Meteor. Zeitschr. XI. 1894. S. 252.

die Amplitude verringert. Letztere ist im Sommer nur unwesentlich grösser als im Winter (2.7 gegen 2.0 m), denn im Winter wird auf dem Eiffelthurme der obere Luftaustausch gegen den unteren verschwindend klein sein. Die Theorie verlangt, dass einer Umkehrung des täglichen Ganges der Windgeschwindigkeit ein gleiches Phänomen der Winddrehung entspricht. Auch dieses wird durch die Beobachtungen bestätigt. Während die Winde in der Ebene Vormittags mit dem Uhrzeiger, Nachmittags gegen denselben umgehen, drehen sie auf dem Eiffelthurme entgegengesetzt. Die Maxima der betreffenden Drehungstendenzen treten hier von $6-9^a$ und von $3-6^p$ auf. Der Spielraum in der Verschiebung der Grenze zwischen zurückdrehenden und rechtdrehenden Winden beträgt fast genau so viel (5 Stunden) wie derjenige in den Schwankungen der Stunde der geringsten Windgeschwindigkeit. Nur tritt ersterer Wechsel 2 bis 3 Stunden später ein als das Minimum der Windgeschwindigkeit. — In Betreff einiger unbedeutender, noch nicht vollständig erklärter Verwicklungen im Gange der Winddrehungen — eine einfache oscillatorische Bewegung Vormittags und eine Tendenz zum Umgehen des Windes mit der Sonne im Sommer — muss auf die Arbeit von Prof. Sprung verwiesen werden.

Die Angaben der verticalen Componente des Windes sind, wie Angot selbst betont, nur mit Vorsicht aufzunehmen, da hiernach die aufsteigenden Luftströme die absteigenden ganz unverhältnissmässig überwiegen. Ausserdem traten häufig Störungen ein. Perioden, während welcher auf- und absteigende Ströme wechseln, sind relativ häufig in der warmen Jahreszeit von März bis September; sie sind dann Mittags sogar die Regel. Die wechselnden verticalen Ströme sind im Sommer des Nachts und im Winter zu allen Tageszeiten selten; sie sind also vorwiegend localen Erwärmungen zuzuschreiben. Ist die Temperaturabnahme mit der Höhe aussergewöhnlich rasch, dann zeigen sich plötzliche aufsteigende Bewegungen, gefolgt von absteigenden. Perioden mit beständiger Abwärtsbewegung stellen sich fast ausschliesslich in der Nacht ein, am Tage nur im Winter. Die Dauer solcher Perioden überschreitet selten einige Stunden.

Von nicht automatischen Aufzeichnungen auf dem Eiffelthurme sind die von Chauveau[1]) angestellten luftelektrischen Messungen zu erwähnen, über welche vor kurzer Zeit in dieser Zeitschrift (dieser Jahrgang S. 108) ausführlich referirt ist.

Zum Schlusse sei noch eine kleine Klimatafel für den Eiffelthurm und für Paris angefügt, welche ziffernmässig einige der vorher besprochenen Eigenthümlichkeiten ergänzen, bezw. belegen kann. Die Angaben von Paris beziehen sich auf die freigelegene Station im Parc de Saint Maur, nur die

---

[1]) Sur la variation diurne de l'électricité atmosphérique observée au voisinage du sommet de la tour Eiffel. Comptes Rendus Ac. Sc. Paris T. C XVII. S. 1069.

Windgeschwindigkeit gilt für das im Innern der Stadt gelegene Bureau Central. Die Zahlen sind Mittel der dreijährigen Registrirungen 1890—92.

	Temp.		Mittl. Maxim.		Mittl. Minim.		Abs. Feuchtigk.		Rel. Feuchtigk.		Windgeschw.	
	Eiffelth.	Paris	Eiffelth.	Paris	Eiffelth.	Paris	Eiffelth.	Paris	Eiffelth.	Paris	Eiffelth.	Paris
Jan.	1.8	2.3	4.0	5.5	0.1	— 0.4	4.4	4.8	81	85	10.4	2.5
Febr.	2.5	2.9	4.8	7.4	0.2	— 0.6	4.1	4.5	74	80	8.8	2.0
März	3.9	5.3	6.9	10.6	1.2	1.2	4.4	5.1	71	74	9.8	2.7
April	7.5	9.1	10.9	15.0	4.3	3.8	4.9	5.7	64	67	8.6	2.4
Mai	12.1	13.7	15.9	19.9	8.8	8.2	6.5	7.8	63	69	8.2	2.0
Juni	14.5	16.3	18.4	22.2	11.2	11.1	8.1	9.8	66	72	7.3	2.0
Juli	15.4	17.0	19.0	22.9	11.9	12.2	8.6	10.6	68	75	7.9	2.1
Aug.	16.1	17.2	20.1	23.4	12.8	12.1	8.5	10.7	67	75	8.4	2.1
Sept.	15.0	15.1	18.2	21.4	12.2	10.0	8.3	10.0	66	80	7.2	1.5
Oct.	9.5	9.8	12.1	14.6	7.2	6.1	6.5	7.7	72	84	10.0	2.0
Nov.	5.5	6.4	7.8	9.7	3.7	3.9	5.9	6.6	83	88	8.3	1.9
Dec.	0.5	0.8	2.5	3.8	— 1.4	— 1.8	4.1	4.5	81	88	8.6	2.4
Mittel	8.69	9.64	11.70	14.70	6.01	5.46	6.23	7.33	71.3	78.0	8.64	2.12

Ueber Vogelflug und Flug-Apparate.

Von Professor Dr. **H. Funcke** in Potsdam.

(Schluss.)

Lage des Flügels gegen den Körper.

I. Orientirung von vorn nach hinten.

Im Segelfluge wird bei der vorstehend angenommenen Wölbung der Angriffspunkt der Resultirenden des Luftdrucks nach oben im geometrischen Schwerpunkt der Flügelfläche liegen. Beim Schlage ändert sich das, wenn die Klafterung sich von vorn nach hinten unsymmetrisch ändert; denn die seitlich weiter ab liegenden Theile erhalten eine grössere Lineargeschwindigkeit durch den Schlag, wirken also stärker als die näheren. Da es nun ein stabileres Verhältniss giebt, wenn die Horizontalcomponente mehr vorn ziehend, als wenn sie mehr hinten schiebend wirkt, so habe ich im Abschnitt über die Abmessungen des Flügels den vordern Theil länger angenommen als den hinteren, wie es für den Vogelflügel schon sein Dienst als Körperdecke mit sich bringt. Die Resultirende des Luftwiderstandes wird also für einen solchen Flügel um so weiter nach vorn rücken, je schneller er bewegt wird. Je schmaler er ist, desto

mehr ist dieses Vorrücken eingeschränkt. Daher müssen schief abgeschnittene Flügel schmal (Möve) und breite mehr symmetrisch sein (Krähe) und machen breite unsymmetrische Ausgleich durch eine horizontale Steuerfläche wünschenswerth. Der Vogel freilich kann sich helfen durch Streckung oder Krümmung des Hand- und des Schultergelenks oder des Elbogengelenks — eine Vollkommenheit, die wir vorläufig nicht erstreben dürfen, weil sie den Bau loser und schwerer und die Anforderungen an die Umsicht des Fliegenden grösser machen würde. Die Verschieblichkeit des Körpers im Apparate, die Herr L. zu seinem Niederschweben gewählt hat, wird aber bei längerem Flug lästig und verträgt sich nicht mit dem Ruderfluge. Daher wird man nicht ganz unsymmetrische (dafür aussen in einzelne Federn auseinandertretende) Flügel wählen und den Schwerpunkt des Körpers in die Verticalebene der geometrischen Schwerpunkte der Flügel oder wenig davor bringen. Uebrigens wird die Kippwirkung des Niederschlags durch die des Hubes einigermassen ausgeglichen und kann auch die Verschiebung des Druckcentrums nicht bedeutend sein, weil der Druck des Segelfluges zum Ruderschlag hinzukommt. Die äussersten Grenzen bilden: der geometrische Schwerpunkt (Segelflug) und das Druckcentrum für den Rüttelflug. Für einen trapezförmigen Flügel von der längeren Grundlinie g (vorn), der kürzeren a und der Breite b liegt dieses (nach der alten Widerstandsformel berechnet) vor der Hinterkante um $x_r = \frac{(g-a)\cdot b}{6\cdot g^5}\cdot\left\{a^4 + 2a^3g + 3a^2g^2 + 4ag^3 + 5g^4\right\}$, jenes um $x_s = \frac{a+2g}{3(a+g)}\cdot b$. Für $a = 1{,}35$, $g = 3{,}55$ und $b = 1{,}20$ (Volltrapez des einzelnen Flügels, der bis an die Drehaxe reicht) giebt das $x_r = 0{,}7544$ m und $x_s = 0{,}6898$ m. Der Abstand dieser äussersten Grenzen, zwischen denen der Druckmittelpunkt liegt, beträgt kaum 6,5 cm. Bringen wir bei solchen Flügeln den Schwerpunkt des Körpers um 70 cm vor die Hinterkante, d. h. um 10 cm vor die Flügelmitte, so wird sich alles leicht durch eine kleine Einstellung der Flügel um ihre Längsaxe regulieren lassen.

2. Höhenlage.

Hierfür sind drei Gesichtspunkte massgebend.

1) Auch in der verhältnissmässig höchsten Lage des Körperschwerpunktes (besonders beim Segelfluge) muss er noch unterhalb der Flügel liegen.

2) Im Segelfluge muss der Luftwiderstand des Körpers über den Flügeln ein beinahe eben so grosses Drehmoment haben, wie das des unteren Theils ist.

3) Die gegenseitige Lage des Gestänges und der Haupt-Drehaxe muss möglichst wenig Nebenarbeit verursachen.

Gebrauch der Flügel.

Abflug: Hub mit etwas aufgerichteter Vorderkante, Niederschlag mit ausgiebigster Fläche.

Ruderflug: 1) Geradeaus: beide Flügel horizontal gehalten und gleichmässig auf- und niederbewegt.

2) Linksum: der rechte Flügel arbeitet etwas stärker.

3) Correctur eines links hebenden Windes: linke Vorderkante gesenkt, rechte gehoben, sodass die horizontale Hemmungsvermehrung auf beiden Seiten gleich.

4) Aufsteigen (und Hemmen): beide Vorderkanten gehoben.

Schnelles Senken: ganze Flügel so hoch wie möglich (Muster der Tauben) Beine vor.

Schnelles Hemmen: starke Hebung der Vorderkanten und Schlagen nach vorn.

Gebrauch des Steuers (wenn vorhanden),

nach Muster der Vögel horizontal, beide Seiten unabhängig von einander beweglich.

Steigen: das ganze Steuer wird gehoben.

Senken: das ganze Steuer wird gesenkt.

Linksum: die rechte Seite wird gehoben, die linke gesenkt, das ganze nach links gehalten.

Bau des Flügels.

Leichtigkeit ist für den Flügel und namentlich die Spitzen wegen des Schlagens viel wichtiger als für alle anderen Theile des Apparats. Lilienthal empfiehlt Weidenholz und für die steifen Theile Pappelholz ev. mit Längsbohrung, für die Fläche Tüll mit Collodiumtränkung. Sollte nicht Weidenholz, wenn's trocknet, unzuverlässig werden, und kann man die Bohrung so ausführen, dass sie keine Fasern abschneidet? Ich habe von Oka-Holz gelesen, das in Kamerun wachsen und so leicht sein soll, dass ein Kriegskanu für 24 Ruderer von 4 oder gar von 2 Mann leicht getragen werden könne. Aber alle Hölzer werden geneigt sein, sich unter dem Einfluss der Feuchtigkeit, vor der sie nicht leicht genügend durch Fett zu schützen sind, sich zu werfen und die ihnen aufgezwungene Krümmung abzulegen, wenn dieselbe nicht durch äusseren Zwang (Drähte) erhalten wird. Darum werden für die Federkiele konische Mannesmann-Rohre aus Aluminium (an der Welle 1 bis 1,2 cm im Durchmesser und 0,1 bis 0,15 cm stark, am äussersten Ende 0,5 bei 0,05 cm) vorzuziehn sein. Vielleicht lassen sich aus Celluloid ohne mineralische Beimengung, aber mit längslaufenden Flachsfäden halb-elliptische, nach hinten offene Träger mit Absteifungen und Vorrichtungen zur Befestigung des Bartes für ein Mässiges herstellen.

Wie an den Schwungfedern der Vögel muss der Vorderbart schmal (5 cm) und steif mit 2 cm Uebergriff über die vordere Feder, der Hinterbart lang (15, 18, 21, 24, 27, 30 cm von der längsten zur kürzesten) und elastisch sein und jeder nach der Spitze der Feder zu schmal (1—5 cm) auslaufen. Es ist sehr darauf zu achten, dass der ganze Flügel je weiter nach hinten desto elastischer und biegsamer wird. Beide Bärte können aus Tüll mit Collodium oder mit Kautschuk- oder mit Guttapercha-Lösung hergestellt werden und müssen dann Rippchen erhalten. Diese können aus Stuhlrohr gemacht werden und durch den Kiel gehn. Besser aber ist der lange Bart wohl aus Schwanz- und Deckfedern grösserer Vögel herzustellen. Ist der Kiel nach hinten offen, so kann die einzelne Vogelfeder mit einem Korkstückchen festgeklemmt werden. Im Ende des Kiels kann als Verlängerung eine starke Schwungfeder befestigt werden.

Die Gestaltaxen der einzelnen Federkiele sind Stücke congruenter Spiralen („Wölbung 1“), die Kiele der vorderen Federn länger und stärker als die der hintern. Sie werden in paralleler Lage in senkrechten Ebenen an oder in einem schmalen Brett längs der in „Wölbung 2“ bestimmten Parabel befestigt, welches mit der Flügelwelle unabänderlich verbunden ist — ob in festen Löchern zum Herausnehmen, oder mit senkrechten Zapfen zum Vor- und Zurückstellen, bleibt noch zu entscheiden.

Mechanismus.

Jeder Flügel hat einen Kugelzapfen oder zwei cylindrische, bezw. konische, nämlich einen parallel der Breitenaxe des Körpers (Einstell-Zapfen) und einen parallel der Dickenaxe (Schlagwelle). Der Einstellzapfen ist vortheilhaft konisch zu nehmen und zwar entweder die breite Seite am Körper, wenn Welle und Gestänge desselben Flügels an verschiedenen Seiten liegen, umgekehrt für gleichseitige Lage von Zapfen und Gestänge, weil im ersten Falle ein Herausziehen zu befürchten, im zweiten ein Hineindrücken. Der Niederschlag ist durch Niedertreten, der Hub durch Beinheben (bis zur Hocke), die Einstellung durch das Fussgelenk zu bewirken. Die Hände haben das Steuer oder das Vor- und Zurückdrehen der Federn zu besorgen, wenn dieses möglich gemacht ist; sonst bleiben sie zu gelegentlicher Hülfe, z. B. zu grösserem Nachdruck der Flügelbewegung oder zu geringer Verlegung des Schwerpunktes, frei.

Wenn man den Flügeln das Steuern übertragen will, wie ich vorhin angedeutet habe, so müssen sie unabhängig von einander bewegt werden können, so muss man also auf eine Einrichtung verzichten, bei der jedes Bein auf beiden Seiten gleich grosse Flügelflächen bewegt, d. h. auf ein abwechselndes Treten wie beim Radfahren und Gehen. Da die Flügelschläge langsam und selten erfolgen werden, so, glaube ich, kann

man das auch leichten Herzens. Denn nicht die Einrichtung unseres Körpers, sondern die Gewohnheit des Gehens macht uns die Ausdauer in dieser Art Bewegung zuerst erheblich leichter: das haben mir Erfahrungen auf Schwimmplätzen und an Sprunggeräthen gezeigt, und das beweisen auch die Sportruderer. Man darf wiederholte Sitzhocke nicht mit Radfahren, sondern mit Treppensteigen vergleichen, weil das ganze Körpergewicht gehoben wird. Wir arbeiten, wenn wir uns nicht absichtlich mässigen, nach geringer Uebung bedeutend intensiver im Schlusssprung, als bei ungleichseitiger Anspannung*), und darum erschlaffen wir eher. Aber gerade auf die Möglichkeit intensiver Anspannung kommt es in allererster Reihe für unsern Ruderflug an; denn er soll nur aushelfen, wo wir ohne ihn in Verlegenheit kämen.

Eine andere Schwierigkeit bringt es aber mit sich, wenn jedes Bein den gleichseitigen Flügel bewegen soll. Die natürliche Lage der Welle ist für den rechten Flügel unter dem rechten Arm ungefähr in der Höhe der Magengrube. Dann aber behält das Gestänge zu wenig Hebelarm, oder der Zug im Gestänge bildet einen zu grossen Winkel mit der Tretrichtung, sodass die Beine quälend auseinander gezogen werden, oder Sicherungen hiergegen getroffen werden müssen, die Arbeit verschlingen. Darum glaube ich die Welle für den rechten Flügel auf die linke Körperseite und umgekehrt verlegen zu müssen; das verlangt aber, dass der eine Flügelarm vor, der andere hinter dem Körper herum gekröpft werde, und dadurch wohl einen Verzicht auf das Steuer. Es kann grösserer Festigkeit halber für jeden Flügel ein Arm vor und einer hinter dem Körper, für den einen Flügel die dem Körper näheren, für den andern die entfernteren, benutzt werden. Dann können die Arme gerade sein. Wie weit von einander entfernt an der Kreuzungsstelle die vorderen Flügel-Arme in der Schwebelage sein müssen, bestimmt sich danach, dass sie einander bei keiner zulässigen Einstellung berühren dürfen; das Gleiche gilt von den hinteren Armen. Wenn man die Flügelflächen vor und hinter dem Körper beide mit zur Flugfläche ausnutzen will, so hat man die bespannten Theile symmetrisch zum Körper zu vertheilen. Der vordere Theil würde aber die Fortbewegung etwas hemmen dadurch, dass unter ihm die Luft verdichtet würde. Daher ist diese Fläche wohl besser frei zu lassen und der Bauch durch einen Bootschnabel-artigen Vorbau zu bedecken, welcher die Luft durchschneidet und seitlich unter die Flügel drängt.

Zur Befestigung am Körper kann ein Rumpfkleid aus starken Drillich über die Schultern und zwischen den Beinen durchgehend benutzt werden, welches um die Brust zwei Halbringe von Holz trägt.

*) Von Anlauf ist hier keine Rede, denn er sammelt Arbeit auch für die Benutzung im letzten Augenblick.

Das Gestänge denke ich als verschiebliches Parallelogramm oder Trapez: eine Platte unter dem Fuss, eine Hängestange vor und hinter ihm, beide innen mit abwärts gerichteten Stahlfedern, die auf Metalltheile am Stiefel (Absatz) treffen, so dass man leicht in das Gestänge hineintreten, den Fuss auch seitlich, aber nicht nach oben herausziehen kann, damit sich durch jede der Stangen unabhängig von der andern nach Belieben Zug oder Druck auf den Flügel übertragen lässt, damit man also den Flügel sowohl um die Breitenaxe einstellen, als auch um die Dickenaxe heben oder niederschlagen kann. Das Gestänge muss kurz genug sein, dass es beim Horizontalhalten der Flügel (im Anlauf) nicht aufstösst und im Schwebfluge die Beine etwa in Sitzhaltung sind. Die letztere zu erleichtern, können an den Hosenknieen Oesen und am Gestänge Schnüre mit Haken angebracht sein.

Potsdam, den 4. März 1894. H. Funcke.

Kleinere Mittheilungen.

Die Segelrad-Flugmaschine des Professors Wellner.

Von v. Parseval.

Unter den in jüngster Zeit hervorgetretenen Projecten von Flugmaschinen war keines von einer solchen Menge illustrierter und nicht illustrierter Lob-Artikel begleitet, wie die Segelrad-Flugmaschine Wellners.

Abgesehen von einzelnen kurzen Zustimmungs-Erklärungen hat bisher noch keiner der Fachmänner sich über das Projekt ausgesprochen. Mir sei es deshalb einmal erlaubt, die principiellen Grundlagen der Construction sowohl als einige hervorstechende Besonderheiten derselben kritisch zu beleuchten.

Das Segelrad, dessen Construction ich nach den jüngsten Veröffentlichungen in dieser Zeitschrift als bekannt voraussetze, ist ein Gebläsewerk, welches einen senkrecht abwärts gerichteten Luftstrom erzeugt. Die Reaction dieses Luftstroms soll das Luftschiff tragen. Sie ist also gleich dem Gewicht der Flugmaschine und gleich der auf den Luftstrom wirkenden bewegenden Kraft.

Hieraus folgt: Auf die Luftmassen wirkt beim Schweben eine bewegende Kraft, welche dem Gewicht des Luftschiffes gleich ist. Wir betrachten zunächst den Fall des Schwebend-Stillestehens und berechnen für die von Wellner angegebenen Dimension die Geschwindigkeit des erzeugten Luftstroms.

Es ist nach Wellner der Gebläsequerschnitt gleich der Horizontalprojection der Segelräder $F = 12{\cdot}9 \text{ m} \times 22 \text{ m} =$ rund $300 \,\square$ m, Gewicht $= 6400$ kg.

Unter dem Drucke dieser 6400 kg wird eine solche Bewegungs-Grösse in die Luft gelegt, dass das Produkt aus der pro Secunde geförderten Luftmasse μ und der Gebläsegeschwindigkeit v gleich ist der pro Secunde durch den freien Fall des Apparat-Gewichts erzeugten Bewegungs-Grösse. Letztere ist:

$$G = m \cdot g = 6400 \text{ kg}.$$

Bezeichnet in üblicher Weise γ das spezifische Gewicht der Luft, so hat man also

$$G = m \cdot g = 6400 = \mu \cdot v = F\, v^2 \frac{\gamma}{g} \text{ und hieraus}$$

$$v = \sqrt{\frac{6400 \cdot g}{F \cdot \gamma}} = 12 \cdot 9 \text{ m}$$

Die Luft passiert also den 300 □ m grossen Querschnitt mit rund 13 m Geschwindigkeit, und es gehen in jeder Secunde 3900 cbm Luft mit einem Gewicht von 4900 kg. durch das Gebläse.

Um dieser grossen Masse eine Geschwindigkeit von 12·9 m zu ertheilen, ist pro Secunde eine Arbeit erforderlich von:

$$A = \frac{1}{2}\,\mu \cdot v^2 = \frac{1}{2}\,F\,v^3\,\frac{\gamma}{g} = 41300\,\text{kgm} = 550\,\text{HP}.$$

Dieses ist aber nur ein Mindestbetrag; denn es ist bei dieser Aufstellung angenommen, dass alle Luftheilchen die gleiche Geschwindigkeit erhalten, sowie dass alle nicht senkrecht abwärts gerichteten Bewegungen, als Wirbel etc. gänzlich vermieden bleiben. Sind beide Bedingungen nicht erfüllt, so ist die Arbeit allemale grösser. In wie weit man sich dem Idealfall nähert, das hängt von der speciellen Einrichtung des Gebläses ab. Diese letztere, auf die Herr Wellner ein so grosses Gewicht legt, ist also lediglich von secundärer Bedeutung.

Sehen wir nunmehr zu, wie weit das Wellner'sche Segelrad sich dem theoretischen Mindestbedarf an Arbeit sich zu nähern Aussicht hat. Die Richtung, in welcher die Luft abfliesst, ist nicht ungünstig, aber die der Luft ertheilten Geschwindigkeiten sind ungleich.

Nachtheilig ist ferner der Umstand, dass die gewählte Anordnung nicht gestattet, den Flächen die zu einem guten Effect unbedingt erforderliche Wölbung zu geben, da dieselben mit beiden Flächenseiten abwechslungsweise gegen die Luft arbeiten sollen.

Allerdings beabsichtigt Wellner, die Flächen aus festen Rahmen mit einfacher Stoffbespannung herzustellen und die von selbst eintretende Wölbung der elastisch gespannten Stoffe zu benutzen. In grossen Dimensionen ist dies aber nicht möglich. Denn die erforderlichen Versteifungen in den Flächen verhindern ein Durchwölben der Bespannung nach beiden Seiten. Die Wellner'schen Segelradschaufeln sind also notgedrungen eben. Dann aber findet ein Stoss der Luft auf die Flächen statt und in den hierdurch entstandenen Wirbeln sowie in Folge der geringeren Ablenkung der Flüssigkeitsfäden geht die Hälfte des Effects verloren. Der wirkliche Arbeitsbedarf wird sich also auf ca. 1100 HP belaufen.

Der Erfinder aber glaubt mit 80, sage und schreibe achzig Pferdekräften auszureichen.

Da erhebt sich wohl die Frage: wie ist es möglich, dass ein Mann wie Herr Professor Wellner, der doch selbst Versuche angestellt hat, in einen derartigen Irrthum verfallen konnte, und ist es erlaubt, praktischen Versuchs-Resultaten mit derartigen theoretischen Speculationen entgegen zu treten?

Wenn die praktischen Versuche mit Segelrädern angestellt wären, könnte hiervon keine Rede sein. Diess aber ist nicht der Fall. Zu den Versuchen diente nicht die rotierende Flächen-Combination, sondern ein einzelner geradlinig fortbewegter Flügel.

Dieser Flügel befand sich somit stets in Luftschichten, welche eine nennenswerthe verticale Bewegung nicht besassen. Bei dem Gebläsewerk aber, dessen Flächen so nahe hinter und über einander mit grosser Geschwindigkeit umlaufen, ist die Luft nicht in Ruhe. Die Schaufeln folgen sich in lichten Abständen von 1·5 m, bei einer Umlaufsgeschwindigkeit von 45 m verfliesst $^1/_{30}$ Secunde, bis eine Schaufel an den Platz ihrer Vorgängerin gerückt ist. Innerhalb einer so kurzen Frist vermag die von der ersten Schaufel in Bewegung gesetzte Luft nicht wieder in Ruhe zu kommen; jede Radschaufel erzeugt bezw. unterhält daher für die ihr zunächst folgende einen abwärts gerichteten Luftstrom, und das Segelrad arbeitet deshalb in einem selbst erzeugten starken abwärts gerichteten Wind. In Folge dessen

müssen die Schaufeln jedesmal um einen sehr bedeutenden Winkel aufgedreht werden, damit sie der Luft, welche mit bedeutender Geschwindigkeit durch das Rad geht, überhaupt einen Anstoss nach unten ertheilen können. Die Tangente dieses Winkels wird erhalten aus dem Verhältniss der berechneten Luftgeschwindigkeit zu der angenommenen Umfangsgeschwindigkeit $tg\ \varphi = \frac{12 \cdot 9}{45}$, $\varphi = 16^0$.

Diese starke Aufdrehung der Flächen ergiebt grosse bewegungsverzögernde Componenten und daher rührt der grosse Arbeitsbedarf.

Diese Missstände machen sich aber bei allen auf beschränktem Raum arbeitenden Flügel geltend, möge man Segelräder nehmen oder Hubschrauben oder andere Combinationen. Alle derartigen Apparate beanspruchen beim Schwebend-Stillestehen ganz ungewöhnliche Arbeitsleistungen.

Eine Verminderung des Arbeitsbedarfes könnte man allerdings durch Vergrösserung des Gebläsequerschnitts erzielen. Allein um den Arbeitsbedarf auf den angegebenen Betrag von 80 HP zu bringen, dazu müssten die Segelräder einen ca. 200 mal grösseren Querschnitt erhalten als das Projekt angiebt. Die Luft würde dann mit ca. 0·93 m Geschwindigkeit durchgehen, die Umlaufsgeschwindigkeit brauchte 5 bis 6 m nicht zu überschreiten. Allein das sind unausführbare Dimensionen.

In Wirklichkeit dürfte das projectierte Segelradwerk mit 80 HP eine Hebekraft von ca. 700 kg. erzeugen.

Ausser dem Arbeitsbedarf für das Schwebendbleiben erwachsen aber den Segel-Rädern noch ganz beträchtliche Arbeitsverluste aus den Luftwiderständen der mitrotierenden Constructionstheile. Die Querschnittsfläche der letzteren ist bei ihrer Zahl und Länge sehr beträchtlich. In erster Linie kommen hier die die Flächen haltenden Trag- und Steuerstangen in Betracht, dann die Zugorgane, schliesslich die Vorderkanten der Arbeitsflächen.

Stangen sind erforderlich:

1) an den grossen Segelrädern für 16 Flächen je zwei Trag- und zwei Steuerstangen in Summa 64 Stück.

2) An den 32 Flächen der kleinen Segelräder je zwei Tragstangen und eine Steuerstange in Summa 96 Stück, zusammen also 160 Stangen à 3·2 m macht 592 m Stangenlänge.

Nehmen wir einen Stangendurchmesser von nur 3 cm, so ist der Stangen-Querschnitt 18 □m.

Ausserdem braucht man noch 320 m Zugdrähte, die wir im Durchschnitt 3 mm dick annehmen. Das giebt rund 1 □m Querschnittsfläche.

Die Form aller dieser Theile ist cylindrisch. Denn da sie eine aus Rotation und Translation zusammengesetzte Bewegung haben, könnte eine Zuschärfung des Stangen-Querschnitts nur für ein bestimmtes Verhältniss beider Bewegungen berechnet sein und das ergäbe eine windschiefe Fläche. Da aber dieses Verhältniss ein wechselndes ist, so bleibt nichts übrig als die Stangen cylindrisch zu belassen. Bei den Zugorganen ist eine flächenartige Ausbildung ohnehin unmöglich, da sie sonst im Winde flattern, wodurch der Widerstand grösser statt kleiner wird.

Der Reductions-Coefficient für Cylinder-Flächen ist aber $^1/_2$, wir haben also eine reducierte Fläche von 9·5 □m für Stangen und Zugtheile.

Um die Rotation der an der Achse zusammenlaufenden Theile zu unterhalten, ist eine Arbeit erforderlich gleich $^1/_4$ derjenigen, welche man braucht um die ganze Querschnittsfläche mit der Peripherie-Geschwindigkeit geradlinig durch die Luft zu führen.

Der Arbeitsverbrauch wird demnach bei der von Wellner angegebenen Peripherie-Geschwindigkeit von 45 m

$$A = \frac{f \cdot v^2 \cdot \gamma}{4\,g} = \frac{9 \cdot 5\ .\ 45^3\ .\ 0 \cdot 126}{4\,g} = 364 \text{ HP.}$$

Diese Ziffern sind eher noch zu klein, weil die Räder nicht in ruhender Luft, sondern in einem von oben nach unten durchziehenden Luftstrom rotieren. Hierdurch wird nun der Widerstand auf die eine Hälfte des Rades vermehrt, auf die andere vermindert. Das Resultat ist aber eine Vermehrung der Gesammtwiderstände.

Nun mögen trotz der Einfachheit der Rechnung diese Arbeitsgrössen manchem unwahrscheinlich hoch erscheinen. Deshalb sei daran erinnert, dass die unter einem sehr spitzen Winkel gegen die Luft stossenden Arbeitsflächen einen Widerstand von 100 kg pro Quadratmeter erzeugen sollen. Da wird man den mit ihrer Breitseite durch die Luft gehenden Stangen und Zugtheilen wohl ähnliche Widerstände zusprechen müssen, und diess giebt im Verein mit den enormen Geschwindigkeiten die grossen Arbeiten.

Um den Widerstand der Längskanten der Flächen zu finden, rechnen wir einen reducierten Querschnitt von 4 mm Dicke. Die Gesammtlänge derselben ist 352 m. Wir erhalten einen Gesammtquerschnitt von 1 · 4 □m und hieraus bei 45 m Bewegungs-Geschwindigkeit 218 HP.

Wir haben also einen Gesammt-Arbeitsverbrauch für das Schwebend-Stillestehen von 1100 + 364 + 213 = 1677 HP,
ca. 21 mal mehr als Wellner rechnet.

Würde man für den Schwebe-Apparat auch einen Nutzeffect von mehr als 50% berechnet haben, so würde diess das Ergebniss nur unwesentlich ändern, da die erforderlichen Arbeiten sich verhalten wie die Quadratwurzeln aus den Effect-Coefficienten.

Interessant ist ferner die Untersuchung, welche Arbeitsgrössen zur Ueberwindung der Frontalwiderstände bei schneller Fahrt nöthig sind. Eine sehr mässige Schätzung der Querschnitts-Flächen an den Segelrädern ausser den bereits berechneten ergiebt einen gesammten reducierten Querschnitt von 12 □m.

Das ist aber bei gut gewählter lang gestreckter Ballonform der reducierte Querschnitt eines Ballons von ca. 3000 Kubikmeter, wenn man als Massstab die bei den französischen Versuchen erhaltenen Resultate zu Grunde legt.

Als Bewegungs-Arbeit berechnet sich:

bei einer Geschwindigkeit von	10 m	20 HP
„ „ „ „	15 „	68 HP
„ „ „ „	20 „	160 HP
„ „ „ „	30 „	540 HP
„ „ „ „	40 „	1280 HP.

Der Querschnitt ist etwas grösser als der eines Eisenbahnzuges. Bei 100 km Geschwindigkeit gleich $v = 30$ m sind aber Locomotiv-Arbeiten von 200—300 HP lediglich zur Ueberwindung der Luft-Widerstände nichts Ungewöhnliches.

Der grösste Theil dieser Widerstände wird durch die Trag- und Zugorgane der Segelräder verursacht, deren Querschnitt ihrer eigenthümlichen Bewegungsform halber nicht günstig gestaltet werden kann.

Die Berechnung zeigt aber auch, dass es unter allen Umständen selbst mit günstiger gebauten, weit kleineren Apparaten schwierig ist, grosse Geschwindigkeiten zu erreichen. Denn rechnet man nur $^1/_2$ □m als reducierte Querschnittsfläche, so bleiben die mit 24 dividierten Arbeiten der obigen Tabelle für Ge-

schwindigkeiten über 20 m beträchtlich genug, wenn man bedenkt. dass diess kleine Apparate sind.

Eine Geschwindigkeit von 30 m wird hier wohl die obere nicht wesentlich überschreitbare Grenze bilden. Eisenbahnzüge erreichen bei entsprechend solidem Unterbau grössere Geschwindigkeiten als Flugmaschinen.

Könnte das Wellner'sche Segelradluftschiff zum schnellen Vorwärtsflug übergehen, so würde allerdings der Arbeitsverbrauch für das Schweben etwas kleiner werden und bei Geschwindigkeiten bis zu 20 m eine Erhöhung des Arbeitsverbrauches nicht eintreten. Die Ersparniss an Schwebearbeit ist aber gering, weil das Fahrzeug schmal und lang ist und bloss die vordersten Partien der Segelräder einen Gewinn an Tragkraft daraus schöpfen, dass die in Bewegung gesetzten Luftmassen durch den von vorne eindringenden Wind wegbefördert werden.

Die geschilderten Missstände der Segelräder liegen im System; durch Verbesserungen im Einzelnen lassen sie sich nicht beseitigen. Der Radmechanismus erheischt die Unmenge von Stangen und Zugtheilen, die Zerlegung der Tragfläche in eine Menge Einzelflächen bedingt den grossen Kantenwiderstand. Die Schwerfälligkeit der ganzen Construction endlich setzt einer energischen Vergrösserung des Gebläsewerkes unüberwindliche Hindernisse entgegen.

Allein selbst angenommen, man wäre im Stande, die für den Segelradbetrieb erforderlichen Arbeitsgrössen zu beschaffen, so wäre das Projekt noch lange nicht lebensfähig.

Der Apparat besteht aus zwei getrennten Mechanismen, den Segelrädern und den Propellern. Diese dürfen nicht zwangsläufig verbunden sein, vielmehr muss nach Bedarf die Arbeit entweder ganz durch die Segelräder oder auch theilweise durch den Propeller zu leisten sein, damit eine Regulierung der Geschwindigkeit möglich ist. Doch das liesse sich einrichten.

Dass bei der Vorwärtsbewegung an den vorderen Segelrädern sich der Trag-Effect erhöht, weil die in Bewegung gesetzten Luftmassen durch den Gegenwind beständig nach rückwärts abgeführt werden, ist schon erwähnt. Man müsste diese Räder daher etwas langsamer umlaufen lassen.

Was geschieht aber, wenn der im Gang befindliche Apparat durch einen äussern Einfluss z. B. einen Windhauch aus seiner Lage gebracht wird, so dass die Längenachse einen Winkel mit der Flugbahn bildet? Es wird ein Winddruck auf die Langseiten des Luftschiffs sich fühlbar machen, also entweder eine Erhöhung oder Verminderung der Tragkraft oder eine seitlich ablenkende Kraft.

Dieser Winddruck vertheilt sich aber nicht gleichmässig auf die ganze Länge des Luftschiffs, sondern er concentriert sich zum grössten Theil auf das vorderste Drittel. Hierdurch entsteht ein Drehungsmoment, welches die Achse noch mehr aus ihrer Lage zu entfernen strebt.

Die Zunahme des Ablenkungs-Winkels hat aber eine Zunahme der ablenkenden Widerstände zur Folge. Diese Kräfte werden sehr gross und die Drehungsmomente bei den grossen Längen des Apparats ganz gewaltige.

Das Fahrzeug ist daher in seiner Lage zur Bahn labil und muss durch fortwährendes Balancieren mittelst der Maschienen nothdürftig horizontal gehalten werden. Der Flug wird unter diesen Umständen aus einer Reihe unberechenbarer Wellenlinien nach oben und unten, nach links und rechts bestehen, und wenn der Apparat überhaupt zum Flug gelangt, ist seine Lebensdauer jedenfalls eine äusserst kurze; er wird am Boden zerschellen. Dass der Maschinist bei den schnellen und ungewohnten Bewegungen mit der Regulierung folgen könnte, das halte ich für ausgeschlossen.

Vergleichen wir demnach das Project mit den bereits bestehenden, so können wir ihm keineswegs den Vorzug vor andern einräumen. Die Flächenbelastungen sind viel zu hoch, selbst wenn man den vollen Gebläsequerschnitt als Tragfläche rechnet. Auf den Quadratmeter kommt mehr als 21 kg Gewicht! Damit kann es niemals gehen. Aber auch abgesehen davon ist der Apparat nicht flugfähig. Die Bedingungen für das Glücken der Unternehmung sind somit nicht vorhanden; ein Erfolg wird schwerlich erreicht werden.

Bemerkungen zu dem „Brummfliegenexperiment" von Dr. Jacob.*) Zu dem im Maiheft von Herrn Jacob beschriebenen „Brummfliegenexperiment" und den daraus gefolgerten Annahmen möchte ich mir einige Bemerkungen erlauben.

Es ist nicht überraschend, sondern im Gegentheil selbstverständlich, dass ein Gefäss mit eingeschlossener Fliege gleich viel wiegt, ob die Fliege nun auf dem Boden sitzt oder sich mitten im Luftraume des Gefässes schwebend erhält, da der Druck, den die Fliege auf die Luft mittelst der Flügel ausübt und der genau dem Gewicht der Fliege entsprechen muss, nach unten auf den Unterstützungspunkt der Luftsäule resp. des Gefässes weiterwirken muss. Aehnliches würde Herr Jacob gesehen haben, wenn er eine Fliege an einer Nadel aufgespiesst, und während sie summt, dicht über eine Wageschale gehalten hätte. Der erzeugte Luftdruck muss wie ein Gewicht auf die Wageschale wirken. Ja noch mehr; wenn die Wage fein genug wäre, würde man nachweisen können, dass eine Fliege in einem Gefäss beim Aufwärtsfliegen mehr wiegt, und wenn sie mit steigender Geschwindigkeit sich senkt, weniger wiegt als wenn sie sitzt, vorausgesetzt, dass sie beim Fluge die Gefässwand nicht berührt. „Gewicht" besitzt eine Masse nur, die von irgend einer Kraft angezogen wird, jedoch dieser Anziehungskraft zu folgen gehindert ist, und zwar wird der Gewichtsdruck jedesmal auf das hindernde Medium ausgeübt. Dabei ist es ganz gleichgültig, ob das Hinderniss nur ein relatives oder ein absolutes ist, ob es in Luft, Wasser oder Erde besteht. Wenn man an einem Faden eine dichte („schwere") Masse in einer horizontalen Ebene unter Wegfall jeglicher Reibung anziehen sollte, die Masse könnte absolut dem Zuge folgen, so würde eine unendlich kleine Kraft *a* die Masse dem Trägheits- resp. Fallgesetz gemäss mit allmählich zunehmender Geschwindigkeit anziehen. Die unendlich kleine Kraft *a* wird aber vollständig aufgebracht, um die Trägheit der Masse zu überwinden und diese in eine bestimmte Bewegung zu versetzen; die Kraft kann also nicht noch zugleich eine andere Wirkung ausüben. Die Masse kann demnach auch nicht ein „Gewicht" haben, welches in der Richtung der anziehenden Kraft wirkte. Erst wenn die angezogene Masse dem Zuge der Kraft zu folgen gehindert ist, kann die Kraft sich in anderer Weise äussern, nämlich dadurch, dass sie mittelst der angezogenen Masse auf das hindernde Medium einen Druck ausübt, den wir bei der Anziehungskraft der Erde „Gewicht" zu nennen pflegen. Wenn das Hinderniss die Annäherung der Masse an die wirkende Kraftquelle gänzlich unmöglich macht, so hat dieses Hinderniss einen Druck auszuhalten, der der Kraft *a* genau entspricht; wenn aber die Kraft *a* plötzlich zu wirken aufhörte, oder das Hinderniss würde beseitigt, so würde für die Masse natürlich auch sofort die Wirkung als „Gewicht" aufgehoben sein.

Wenn also ein Gegenstand auf unserer Erde in einem luftleeren Raume fällt, d. h. der Anziehungskraft der Erde ungehindert nachgiebt, so kann er während des Fallens kein Gewicht haben, die Anziehungskraft der Erde bewirkt nur, dass sich der Gegenstand in immer schnellere Bewegung nach ihr zu setzt. Beim Auf-

*) Vergl. Maiheft d. lauf. Jahrganges dies. Zeitschrift.

prallen auf den Boden wird dann das „Gewicht“ des an weiterer Annäherung gehinderten Gegenstandes sofort wieder vorhanden sein, ausserdem aber für einen Augenblick die „Trägheit“ der in Bewegung begriffenen Masse sich in einem entsprechenden Stosse auf das Hinderniss kund thun. Wenn ein Gegenstand auf einem anderen, welcher unterstützt ist, ruht und die Unterstützung hört plötzlich auf, so fallen beide, aber es hört während des Fallens im luftleeren Raume der Gewichtsdruck des einen auf den anderen auf, was nach den obigen Ausführungen leicht erklärlich ist. Ebenso würde eine im luftleeren Raume fallende breite Fläche während des Fallens kein Gewicht haben; *dagegen muss im luftgefüllten Raume während des Fallens ein um so grösserer Theil ihres gewöhnlichen Gewichtes die Luft und damit die Erde belasten, je langsamer die Geschwindigkeit des Fallens zunimmt.* Bleibt von einem bestimmten Moment an die erreichte Geschwindigkeit der fallenden Fläche dauernd gleich, so muss dann der Gewichtsdruck derselben auf die Luft gleich ihrem gewöhnlichen Gewicht sein, denn die Anziehungskraft der Erde und der Widerstand der Luft halten sich von da an das Gleichgewicht, und die Fläche bewegt sich nur noch mit der einmal gewonnenen Schnelligkeit dem Gesetz der Trägheit gemäss weiter. Wenn nun ein Körper durch geeignete Bewegung von Flugflächen im Stande ist, einen derartigen Druck auf die Luft auszuüben (oder von der bewegten Luft auf sich ausüben zu lassen), dass er der Anziehungskraft der Erde widersteht, so muss folgerichtig die Luft genau so viel Gewichtsdruck erleiden als der Körper auf der Erde ruhend wiegt, und dieser Druck muss sich von der Luft auf die Erde fortpflanzen, wenn man von Wärme-, Elektricitätsentwicklung etc. absieht. Wenn aber ein Vogel senkrecht in die Lüfte steigt, so muss ohne Zweifel der Druck auf die Luft ein grösserer sein als dem Gewichtsdruck der Masse sonst entspricht, denn es muss die Anziehungskraft der Erde nicht nur ausgeglichen sondern überwunden werden, was nur durch einen auf das Luftmedium ausgeübten grösseren Druck ermöglicht werden kann. Da nun die Anziehungskraft der Erde durch alle Dinge hindurchwirkt, so muss auch eine in einem Glase eingeschlossene Fliege, wenn sie in die Höhe fliegt, einen grösseren Druck auf die Luft ausüben, als wenn sie an einem Punkte schwebt oder sitzt, und dieser vergrösserte Druck muss als vermehrtes Gewicht den Unterstützungspunkt der Luftsäule resp. des Gefässes belasten. Wenn dagegen ein Adler aus der Höhe gleichsam wie ein frei fallender Körper herabstürzt, so muss er so lange an „Gewicht“ verlieren, als die Schnelligkeit seines Falles zunimmt. Ja es wäre sogar möglich, dass er durch Flügelschläge der Anziehungskraft der Erde hilft, um die Trägheit seiner Masse zu überwinden, d. h. grössere Schnelligkeit zu erlangen als dem Fallgesetz entspricht, und dadurch sogar einen Druck nach oben hin ausübt, wodurch es eintreten könnte, dass der Adler in einem solchen Moment nicht nur keinen Gewichtsdruck auf die Luft unter sich (und damit auf die Erde) bewirkt, sondern sogar eine Zugkraft nach oben entwickelt, obgleich sonst durch das Fallen eines Körpers in der Luft der Gewichtsdruck wegen des stets vorhandenen Luftwiderstandes nie ganz aufgehoben wird.

Die Erklärung des Jacob'schen Fliegen-Experimentes ist daher meines Erachtens nach so einfach, dass es nicht nöthig ist, noch unergründete „Fernkräfte“ etc. mit zu Hülfe nehmen zu müssen.

Dr. med. E. Mohr.

Marey's Modelle fliegender Möwen in Berlin. Die wissenschaftlichen Sammlungen Berlins haben in diesen Tagen eine werthvolle Bereicherung erfahren, indem die von dem Pariser Physiologen Marey geschaffenen plastischen Darstellungen fliegender Möwen im hiesigen zoologischen Museum (Invalidenstrasse 73) zur Aufstellung

gebracht worden sind. Diese Modelle haben gerade für die Leser dieser Zeitschrift ein besonders grosses Interesse; es werden daher einige Worte der Erläuterung gewiss Manchem erwünscht sein.

Da die Eigenart unseres Auges die unmittelbare Beobachtung der Bewegungserscheinungen des Vogelfluges unausführbar macht, so konnte nur die Anwendung künstlicher Hülfsmittel die Möglichkeit gewähren, die Flugbewegungen im Einzelnen festzustellen. Mit Hülfe des Chronographen, eines die Bewegung aufzeichnenden Registrier-Apparates, wurde die Richtung und die Schnelligkeit für einzelne Punkte der Oberfläche des Flugthieres aufgezeichnet. (Siehe diese Zeitschrift IV. 321 u. f.) Es wurde sodann durch die Momentphotographie die Gesammtform des Thieres für jeden Zeitpunkt der Bewegung festgestellt. Beide Aufgaben wurden in vollkommenster Weise durch Marey gelöst. In seinem physiologischen Laboratorium zu Boulogne bei Paris machte Marey chronographische Beobachtungen und photographische Aufnahmen, welche die Flugbewegungen in einer sonst noch nie erreichten Vollständigkeit zur Darstellung brachten. Er photographirte nämlich in Zeitintervallen von $^1/_{50}$ Secunde eine Möwe zehnmal während eines Flügelschlages und zwar geschahen diese Aufnahmen zu gleicher Zeit von drei verschiedenen Richtungen aus, von vorn, von der Seite und von oben. (Siehe diese Zeitschrift X. 81 u. f.) Aus den hierbei innerhalb $^1/_5$ Secunde aufgenommenen 30 Einzelbildern wurde sodann die Form des fliegenden Thieres für die zehn Momente der Bewegung auf das Genaueste construirt und es wurden schliesslich nach diesen Constructionen plastische Darstellungen des fliegenden Thieres in Wachs modelliert.

Die auf diese Art erhaltenen Wachsmodelle geben, in entsprechenden Abständen hintereinander aufgestellt, das vollkommene Bild der Bewegungen der gesammten Oberfläche des Thieres; sie lassen die Weite und Richtung der Flügelschläge, die Veränderungen in der Form der Flügel, sowie die Hebungen und Senkungen des Rumpfes auf das Klarste erkennen. Diese Darstellungen sind daher ausserordentlich geeignet zur genauen Beobachtung aller beim Fluge stattfindenden Bewegungserscheinungen.

Wir haben alle Ursache, dem französischen Forscher Marey dankbar zu sein, der dieses vorzügliche Studienmaterial in jahrelanger mühseliger Arbeit geschaffen und der dann in hochherziger Weise auch unserem zoologischen Museum eine Serie seiner Modelle überwiesen hat.

Professor Dr. Müllenhoff.

Vorläufige Mittheilung über die wissenschaftlichen Ballonfahrten in den Monaten April und Mai 1894. Da durch ein Uebermass an Arbeiten die fortlaufende Berichterstattung über die Fahrten des „Phönix“ und seiner Genossen erheblich im Rückstande geblieben ist und es dringend nothwendig wird, wenigstens einigermassen das Versäumte nachzuholen, so müssen wir uns darauf beschränken, von den zahlreichen, seit dem Frühjahre ausgeführten Fahrten nur die wichtigsten Daten in aller Kürze mitzutheilen. Noch mehr als bisher sehen wir uns bemüssigt, wegen aller Details und Resultate auf die nun, nach dem in diesem Herbste stattfindenden Abschlusse der regelmässigen Fahrten, beginnende ausführlichere Veröffentlichung der Ergebnisse zu verweisen.

Die Monate April und Mai ermöglichten die Ausführung von 5 Freifahrten, abgesehen von den die Hochfahrt am 11. Mai begleitenden Aufstiegen des Fesselballons und des Pilotballons „Cirrus“. Die erste dieser Fahrten war:

1. Die 4. Nachtfahrt vom 10. zum 11. April. Führer war wieder Prltnt. Gross, Beobachter der Unterzeichete; dem Ballonführer stand noch Prltnt. Sperling von der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung zur Seite. Der „Phönix“ stieg um 10 Uhr

27 Min. Abends bei nahezu wolkenlosem Himmel und schwachem Ost auf, überflog Spandau, Nauen, Friesack, Wittenberge, Boitzenburg — die Orientirung ging keinen Moment verloren, trotzdem der Mond bereits um 1 Uhr unterging —; um $5^1/_4$ früh waren wir fast senkrecht über Schloss Friedrichsruh. Die schnell näherkommende Unterelbe resp. Nordsee gebot nach Sonnenaufgang rasches Höhergehen; doch kaum waren 2470 Meter erreicht, als es sich herausstellte, dass der „Phönix" in dieser Schicht rapide auf das Meer zugetrieben wurde. Mit schwerem Herzen musste also der Ballonführer trotz der noch gewaltigen Tragkraft des Ballons heruntergehen und gewann in Höhen unter 1000 Meter angelangt durch Drehung des Windes nach NW zu wieder Raum, sodass die Landung erst nach Durchquerung von ganz Holstein um 8^a 25 bei Tiebensee zwischen Heide und Tönning — nicht ohne längere Schleiffahrt in dem sehr frisch gewordenen Winde und zahlreiche kräftige Püffe — vorgenommen wurde. Die Geschwindigkeit war von anfänglich kaum 8 auf reichlich 14 m p. Sek. gestiegen[1]). Die Temperatur betrug in der Maximalhöhe — 2,5° ca. 50-80 m tiefer war sie — 2,0°, bei gleichzeitig (6^a 53) ca. + $7_{,0}$ auf der Erdoberfläche, so dass also in dieser frühen Morgenstunde die Temperatur-Abnahme in Mittel kaum 0,37° pro 100 m betrug — allerdings wurden bereits um 9^a 12 nach der Landung 13,6° auf der Erde beobachtet, und noch in 510 m 9,6° — so rasch erwärmten sich die unteren Luftschichten, in denen jedenfalls gegen 7 Uhr früh eine starke Temperatur-Umkehr geherrscht hatte. Die Feuchtigkeit zeigte ein Minimum von 31% in 1175 m, um von hier nach unten (50—60 %) und oben (dasselbe in 2400 m) zuzunehmen. Der Gesammtweg hatte 345 Kilometer in genau 10 Stunden, im Mittel 9,6 m per Sek. betragen.

2. Am 26. April stieg der „Phönix" wiederum — diesmal vom Platze der Kgl. Luftschifferabtheilung mit ca. 500 cubm Wasserstoff und 2000 cubm Leuchtgas gefüllt und als dritten Korbinsassen Hrn. Major Nieber, Commandeur der Abtheilung, tragend. Es wurden Sauerstoffcylinder zur Erprobung für die bevorstehende Hochfahrt und das Modell des Apparates für den Pilotballon „Cirrus", ausser dem gewohnten Instrumentarium, mitgeführt. Ein Militärballon war uns um ca. $1^1/_2$ Stunden nach NNW vorausgeeilt — um 9^a $58^1/_2$ folgte der „Phönix" und schwenkte ansteigend nach rechts, so dass er in nordöstlicher Richtung sehr langsam über Biesenthal und Garz a./O. zog; vor der Oder wurde um 2 Uhr 56 Min. die grösste Höhe mit nahe an 5000 Meter (ziemlich genau 4900 m) erreicht — zweimal wurde im Herabgehen die Oder geschnitten, dabei noch eine grosse Welle nach oben gemacht, um auf besserem Terrain in Güstow, kaum 4 Kil südlich von Stettin, um 4 Uhr 38 Min., eine trotz des hier nun ziemlich flotten Windes sehr rasche und gute Landung auszuführen. Die mittlere Geschwindigkeit hatte kaum 6 Meter per Sekunde, der zurückgelegte Weg ca. 144 Kil. erreicht. In grösster Höhe wurde auch die tiefste Temperatur mit —15,2° bei gleichzeitig $+21_{,0}$ unten gemessen, entsprechend einer mittleren Temperatur-Stufe von 0,74° pro 100 m. Allerdings wurde die 0° Isotherme bereits in 2350 Meter Höhe angetroffen; es betrug die Temperatur-Abnahme zwischen Erde und 2350 m **0,84°**, zwischen hier und 4900 m dagegen nur noch **0,67°** pro 100 m. Im Laufe der Fahrt war ausser den wenigen den Himmel früh bedeckenden Cirren reichliche Cumulusbildung von vielfach gewitterhaftem Charakter eingetreten. Die relative Feuchtigkeit (unten 10 Uhr früh ca. 45%) war in der Region der Cumuli bis auf ca 60% gewachsen, um darüber hinaus schnell abzunehmen und in der Maximalhöhe bis auf 15% herabzugehen.

3. Die Hochfahrt am 11. Mai, siehe Augustheft.

---

1) Die Wetterlage war am 11. 4. früh: Maximum über Schweden-Finnland, Minima vor dem Kanal und über Westfrankreich (sekundäre) — Richtung der Isobaren über Norddeutschland SE nach NW. —

4. Die Fahrt des 1000 Kubikmeter Ballons „Posen" (Führer Prltnt. Sperling, Beobachter Dr. Süring) vom selben Tage diente zur Ergänzung der Beobachtungen des „Phönix" in den geringeren Höhen und war in dieser Beziehung von Wichtigkeit (Vrgl. wie oben). Es wurden ca. 1750 m. Höhe erreicht und musste leider nach $2^1/_3$ Stunden wegen des schweren Regenwetters bei Rangsdorf gelandet werden. Auch der Fesselballon (bis 700 m. Höhe, Beobachter Prof. Assmann und Dr. Stade) verfolgte gleichen Zweck. — Der „Cirrus" hat die Scharte von damals (siehe wie oben!) durch seine Hochfahrt nach Bosnien[1]) vollauf wettgemacht.

5. Am 18. Mai stieg der Unterzeichnete allein mit dem nur 285 Kubikmeter grossen Goldschlägerhaut-Ballon „Falke", der mit reinem Wasserstoffgas gefüllt war, vom Platze der Luftschifferabtheilung auf und zwar um 7 Uhr 38 Min. früh bei ziemlich böigem NE und rasch dahineilenden, tiefliegenden Cumulus-Wolken. Der „Falke" stieg direkt auf ca. 900 m, wobei zunächst die Erde unter den Wolken verloren ging, bald jedoch wieder zum Vorschein kam. Es klarte fast vollständig über und unter dem Ballon auf, der mehrfach seine Richtung ändernd im ganzen nach WSW über Havel, Potsdam, den Zaucher Forst und Belzig zog. Heisser Sonnenbrand hatte sich eingestellt, die Bewegung war äusserst langsam; gewaltige Cumulusbildung — in grösseren Höhen, vom „Schönwetter"- und Gewitter-Typus — kennzeichnete das eigentlich nicht erwartete Eintreten eines warmen Tages von sommerlichem Charakter. In etwa 3200 Meter Höhe, an der oberen Grenze der Cumulus-Wolken drehte der Ballon, nachdem er längere Zeit stillgestanden, um mehr als 90^0 nach SE herum; um 12 Uhr 28 Min. wurde die grösste Höhe mit 3375 m erreicht und nach Rückschwenkung in die ursprüngliche Fahrtrichtung in einer Waldblösse bei Köselitz nächst Coswig um 2 Uhr 01 Min. glatt gelandet. Der zurückgelegte Weg hatte 105 Kil., die mittlere Geschwindigkeit hiernach kaum 4,6 m per Sek. betragen. Da in 3330 Meter $-5{,}_0$ C^0, auf der Erde aber gleichzeitig im nahen Dessau (68 m über dem Meere) $+24{,}5^0$ gemessen wurden, so war die mittlere Wärmeabnahme schon bedeutend: $0{,}90^0$ pro 100 Meter, wobei noch zu bemerken ist, dass in den untersten 450 Metern zunächst die Temperatur um 1^0 zunahm. Die Feuchtigkeit nahm bald nach dem Verlassen der Erde rasch ab, schwankte meist zwischen 25 und $45^0/_0$, um nur in der Hauptbildungsregion der Cumuli, in 2575 Meter Höhe, bis auf $81^0/_0$ zu steigen. Auf der Erde betrug nach der Landung die Temperatur um 2 Uhr 39 Min. $24{,}4^0$, die rel. Feuchtigkeit $33^0/_0$. Berson.

Die barometrische Höhenformel. Die vielfache Anwendung, welche die sogenannte barometrische Höhenformel bei allen meteorologischen u. s. w. Problemen findet, veranlasste mich zu der Untersuchung, ob statt der üblichen complicirten Formeln (Laplace, Rühlmann, Pernter etc.) dieser Gleichung einfachere, für die Praxis bequemere Gestalten mit gleicher Zuverlässigkeit Anwendung finden können.

Die Ergebnisse dieser Rechnungen findet man ausführlich in dem „Civilingenieur" Jahrgang 1894, Heft 4, Seite 311—326.

Hier möge das Hauptergebniss der Arbeit Platz finden.

I. Reduction der Barometerstände.

Ist b_t der an einem Quecksilberbarometer mit Messingscala bei der Temperatur $t^0\,C$ abgelesene Barometerstand, so findet man

$$1)\quad b_o = b_t \left\{ 1 - \frac{0.0001634\,t}{1 + 0.0001818\,t} \right\} \text{Millimeter}$$

den auf 0°C reducirten Barometerstand.

---

[1]) Neuerdings (am 6. Sept.) auch durch eine Fahrt nach dem Gouvernement Wilna in Russland, (Maximalhöhe ca. 18500 m, niedrigste Temperatur — 67^0, mittlere Geschwindigkeit 33 m. p. S.). D. Red.

Weiter erhält man nach der Formel:

$$2)\quad b = b_0 \left\{ 1 - 0.00259 \cos 2\varphi \right\} \left\{ 1 - 0.000000196\, z \right\}$$

den auf Normalschwere reducirten Barometerstand, worin φ die geographische Breite des Beobachtungsortes und z (Meter) dessen Seehöhe ist.

II. Die Höhenformeln.

Am Fusse einer Luftsäule, der z_1 Meter sich über dem Meeresspiegel befindet, sei der Barometerstand b_1, die Temperatur t_1 ° C und die Dunstspannung σ_1. Am oberen in der Höhe $z_2 = z_1 + h$ gelegenen Ende sollen die entsprechenden Werthe b_2, t_2 und σ_2 sein.

Die Barometerstände sind auf 0° und Normalschwere (Formeln 1 und 2) reducirt.

Wir führen statt der Celsiustemperaturen die absoluten Temperaturen $T_1 = 273 + t_1$ und $T_2 = 273 + t_2$ ein.

Weiter sei

$$3)\quad R = 29.271\,(1 + 0.00259 \cos 2\varphi)\,(1 + 0.000000098\,(2 z_1 + h))$$

und

$$4)\quad B_1 = b_1 - 0.2\,(\sigma_1 + \sigma_2)$$

$$B_2 = b_2 - 0.2\,(\sigma_1 + \sigma_2).$$

Alsdann finden wir folgende Gestalten der Höhenformel:

A) Es wird eine mittlere Temperatur der Luftsäule

$$5)\quad T = \frac{1}{2}\left(T_1 + T_2\right)$$

angenommen und führt dies zu der Formel:

$$\text{I.}\quad h = \frac{RT}{M} \log \frac{B_1}{B_2} \qquad M = 0.43429.$$

B) Die Temperatur nimmt um α° C für 1 Meter Höhe ab.

Die Höhenformel ist alsdann:

$$\text{II.}\quad h = \frac{T_1}{\alpha}\left[1 - \left(\frac{B_2}{B_1}\right)^{\alpha R}\right]$$

C) Die Temperatur nimmt proportional dem Barometerstande mit der Höhe ab (Mendeleeff'sches Gesetz).

T_0 ist die Temperatur an der Grenze der Atmosphäre und

$$\text{III.}\quad h = R\left[\frac{T_0}{M} \log \frac{B_1}{B_2} + \left(T_1 - T_2\right)\right]$$

Die Formeln I und II geben für alle in Frage kommenden Höhen so übereinstimmende Werthe, dass sie als gleichwerthig betrachtet werden können. Formel III liefert geringere Höhen. Der Unterschied ist so bedeutend, dass für den Fall der Richtigkeit des Mendeleeff'schen Gesetzes diese Formel statt I und II angewendet werden sollte.

Die Arbeit schliesst mit dem Wunsch, dass in allen den Fällen, wo nicht bei Bergsteigungen oder Ballonfahrten mittels trigonometrischer Methoden genaue Werthe der jeweiligen Höhen erlangt werden, die Beobachtungen über Temperatur, Feuchtigkeit etc. als Functionen der Barometerstände ausgedrückt und publicirt werden möchten.

Professor Schreiber.

Erklärung auf A. Platte's Entgegnung. Leider bin ich nicht im Stande, die im Junihefte d. Z. enthaltene Entgegnung des Herrn Platte auf meine Ausführungen im Februarhefte d. Z. ernsthaft zu nehmen.

Herr Platte würde zunächst nachzuweisen haben, dass die von ihm bezogenen Versuche in freier Atmosphäre bei einem bestimmten wenigstens wahrnehmbaren Winde stattgefunden haben, und dass sein Luftschiff auch in der Fortbewegung gegen die Luftströmung in der von ihm dargestellten Weise sich manövrirfähig gezeigt hat. Wenn dies der Fall, so wäre das Problem der Luftschiffahrt schon seit längerer Zeit in der Hauptsache gelöst gewesen, und es wäre nur zu bedauern, dass dies Factum den Betheiligten vollständig entgangen ist. Ferner wäre mein Jahrzehnte langes Streben, für die Fortbewegung in der Luft einen ganz neuen Propeller zu schaffen, welcher auf die Schwere nach Massgabe des mechanischen Flugvorganges wirklich reagirt, einfach unnöthig gewesen.

Im Uebrigen möchte ich, um Zweifel zu verhüten, bemerken, dass ich meine Versuche nicht abführe, sondern nur ausführe. Der Unterschied mag darin zu suchen sein, dass ersterer Ausdruck mehr für den geschlossenen Raum, letzterer jedenfalls für die fast stetig in Bewegung befindliche freie Atmosphäre zu gelten hat.

Der Werth meiner Aufstellungen möchte hiernach vielleicht in einem andern Licht erscheinen.

Wenn endlich Herr Platte sagt, dass er mit meiner Flugtheorie in keinem Punkte einverstanden ist, so kann ich darauf nur erwidern, dass es dessen auch durchaus nicht bedarf; denn hier heisst es: „Facta loquuntur". Wohl aber darf ich Herrn Plattes Gesinnungstüchtigkeit alle Anerkennung zollen.

A. Zorn.

Bemerkungen zu dem Referate des Herrn Premierlieutenants Kiefer, betreffend Flugbewegungen der Vögel*). Entsprechend beiden Zwecken, sowohl propellerartig zum Ruderschlag, als auch zur Körperbedeckung zu dienen, ist die einzelne Flügelfeder und der ganze Flügel der grösseren Vögel nach unten gewölbt; die längste Schwungfeder der Taube hat sogar eine schraubige Aufwärtsdrehung um die Längsaxe an ihrer Spitze. Darum biegt sich der Bart leichter nach unten als nach oben. Da nun die hintere Feder mit ihrem kürzeren, also weniger biegsamen Bart über dem längeren Bart der Vorderfeder liegt, so öffnet sich beim Aufschlag automatisch zwischen beiden eine Durchlassöffnung; die Musculatur der Haut müsste sehr verwickelt sein, wenn sie diesen Dienst übernehmen sollte. Dass das hintere Ende des Flügels beim Ruderfluge hinter der Schlagbewegnng der Armknochen zurückbleibt und elastisch nachwirkt, sieht man besonders deutlich am weichen Flügel der Krähe, wenn sie angestrengt arbeitet, aber auch an allen grösseren Vögeln, z. B. der Möve. Diese Bewegung findet sich an den mehr gleichseitig ausgebildeten und nach hinten stehenden Armfedern. Die Einstellung des ganzen Flügels zeigt sehr deutlich die Taube.

Professor Funcke.

Berichtigung. In dem Artikel des vorigen Heftes: „Die Hochfahrt des Phönix am 11. Mai 1894" ist auf S. 203 versehentlich als Landungsstelle die Ostseeküste bei Stralsund genannt worden, es muss statt dessen heissen bei Greifswald.

---

*) Januar-Heft 1894. Protokolle der Sitzungen des Münchener Vereins für Luftschiffahrt.

Litterarische Besprechungen.

Leonhard Sohncke. Gewitterstudien auf Grund von Ballonfahrten. Abhandl. d. k. bayer. Akad. d. W. 2. Cl. **18**, 3. Abth. München 1894. 4°. 6J S.

Im Jahre 1885 hat Herr Sohncke die Ansicht zu begründen gesucht, dass die Gewitterelektricität durch Reibung von Eis- und Wassertheilchen in den höheren Luftschichten entstände. Hierzu gehört als Vorbedingung, dass an jenen Stellen der Athmosphäre, wo ein Gewitter ausbricht, wirklich Wasser- und Eistheilchen gleichzeitig vorhanden sind und gegeneinander gerieben werden. Ueber das Bestehen eines solchen Zustandes können nur Ballonbeobachtungen bei gewitterhafter Wetterlage Aufschluss geben, und es hat nun Herr Sohncke in der vorliegenden Abhandlung ein reiches Material entsprechender Beobachtungen zusammengestellt.

Im Abschnitt I wird über die Witterungsverhältnisse vom 19. Juni 1889 berichtet, welche so genau bekannt sind, wie für gar keinen andern Gewittertag. Es fand an diesem Tage eine Fahrt der Herren von Siegsfeld und Brug im Ballon Herder von München aus statt, eine zweite Fahrt unternahmen gleichzeitig die Herren Moedebeck und Gross von Berlin aus im Militair-Ballon Nautilus, und in Hamburg wurden in einem von Herrn Rodeck zur Verfügung gestellten Ballon sechs Fesselfahrten an jenem Tage unternommen, bei denen Beamte der Seewarte (die Herren Grossmann, Köppen, Preller, Voss) als Beobachter fungirten. Auf dem Säntis (2500 m) beobachtete ferner Herr Assmann, und an vielen bayerischen sowie an mehreren schweizerischen, württembergischen, österreichischen und preussischen Stationen (im Ganzen etwa 120) wurde stündlich oder noch häufiger das Wetter notirt; hierunter befanden sich an Hochstationen mit benachbarten tieferen Stationen: Sonnblick-Kolm in den Tauern, Säntis-Gäbris-Heiden-Altstätten und Wendelstein-Bayrischzell. Das Wetter war am Morgen heiter, trocken und warm, die Temperatur in raschem Steigen, und am Nordrande der Alpen vom Bodensee bis zum Austritt des Inn lag ein Streifen niedern Drucks mit besonders hoher Temperatur und hoher relativer Feuchtigkeit. Dio Druckdifferenzen waren im Ganzen gering und die Luftbewegung schwach. In der Höhe wehte der Wind meistens aus Westen, abweichend von den unteren Richtungen.

Besonders sorgfältige Darstellung findet die verticale Temperaturvertheilung. Wenn auf 100 m Erhebung die Temperaturabnahme (ohne Condensation) 0.993° oder mehr beträgt, so ist nach Reye der Gleichgewichtszustand der Luft ein labiler; und damit also Veranlassung zum Entstehen aufsteigender Ströme gegeben, welche Eis- und Wasserwolken in Berührung bringen und die einzelnen Theilchen gegen einander reiben können. Es fand sich nun als Ergebniss der Bergbeobachtungen, dass zwischen Kolm und Sonnblick um 10a die Temperaturabnahme den ungewöhnlich hohen Werth von 0.98° auf 100 m erreichte, dass zwischen Bayrischzell und Wendelstein um 2p der Zustand sicher labil war, und dass das Maximum der Temperaturabnahme nicht gegen Mittag, wie an normalen Tagen, sondern am Säntis und am Wendelstein schon um 9a, am Sonnblick um 10a auftrat. Auch die Luftfahrten zeigten ungewöhnlich grosse Temperaturabnahme nach oben hin. Bei der Münchener Fahrt war der Zustand längere Zeit hindurch zweifellos labil, bei der Berliner Fahrt theilweise auch, und die Hamburger Fahrten haben dauernd während labilen Zustandes stattgefunden.

Aus den verschiedenen Beobachtungsreihen ging ferner hervor, dass zahlreiche aufsteigende Ströme unter Bildung von Haufenwolken am Vormittag des 19. Juni 1889, besonders von 9a an, in Deutschland und in den südlich angrenzenden Alpen stattfanden.

Die Wetterlage hatte sich bis 11a derartig geändert, dass der Druck über ganz Süddeutschland geringer geworden war; der niedrigste Druck herrschte in einem Maximalgebiete relativer Feuchtigkeit in den nördlichen Voralpen, die Bewölkung hatte zugenommen und die Temperatur war auf 20 bis 22°, in Nordbaden und Rheinpfalz auf 23° gestiegen, sank aber bei der vermehrten Bewölkung an einigen Orten wieder. Die Isothermfläche 0° lag in der Gegend von München gegen 10a in etwa 3300 m Meereshöhe oder nur wenig höher, in der Berliner Gegend 1000 m tiefer. Die untere Wolkengrenze lag im Voralpengebiet zwischen 9 und 10a in etwa 1500 bis 1600 m Seehöhe, im Westen noch etwas höher. Bei durchschnittlicher Mächtigkeit von mindestens 1000 m reichten also zu jener Zeit die Wolkenköpfe etwa bis 2600 m hinauf. Da das Aufsteigen bis Mittag oder noch länger dauerte, waren die emporströmenden Luftmassen an vielen Orten schon gegen Mittag bis zur Eisregion vorgedrungen, und damit kamen die Gewitter zum Ausbruch. Dieselben begannen im Flachlande vielfach erst um 4p, 6p oder später, in den Alpen aber theilweis schon Mittags, und waren an einigen Stellen von Schnee oder Hagel begleitet.

An diese thätsächlichen Vorgänge knüpft nun Herr Sohncke einige theoretische Betrachtungen, indem er das Auftreten der grossen Mengen hochgespannter Elektricität auf Reibungsvorgänge zwischen Wasser- und Eistheilchen in der Höhe zurückzuführen sucht. Das Gewitter währt nach ihm so lange, als diese Reibungsprocesse dauern, und es können dieselbe zu Stande kommen entweder durch Wirbelwinde, wie sie in Cumuluswolken bei mehreren Luftfahrten beobachtet wurden, oder indem Hagelkörner durch eine aus Tröpfchen bestehende Wolke fallen. Es ist in der That die ganze nach Herrn Sohncke's Theorie zum Entstehen eines Gewitters nöthige Gruppe von Erscheinungen an jenem 19. Juni 1889 nachweisbar gewesen: Vorhandensein von Wasser- und Eistheilchen in einer heftig bewegten Luftregion, rasche Temperaturabnahme nach oben (labiles Gleichgewicht) und in Zusammenhang damit eine besonders niedrige Lage der Isothermfläche 0°.

Alle diese Einzelheiten finden sich, wenn auch durch minder vollständige Beobachtungen wiedergegeben, an den im Abschnitt II geschilderten acht anderen Gewittertageu wieder. Von den hierbei geschilderten Luftfahrten fanden vier von München aus statt, zwei von Berlin und je eine von Clermont-Ferrand und Versailles.

R. Börnstein.

L'Aérophile, Revue mensuelle illustrée de l'aéronautique et des sciences, qui s'y rattachent. 2. Jahrgang. 1894. No. 1 und 2. Redigirt von G. Besançon.

Ernest Archdeacon: Der Tod der Luftschiffer L'Hoste und Mangot. — Eine Rückerinnerung an die vor 6 Jahren stattgefundene Fahrt des Ballons Arago, welcher beim Versuch von Frankreich über den Kanal nach England zu fahren im Meere verunglückt ist.

Charles Labrousse: Die Gesetze des Vogelfluges (Fortsetzung).

Emmanuel Aimé: Luftschifferliche Erholungen. — Verfasser stellt Betrachtungen an über die Art wie ein Blatt Papier fällt und wie man diesen Fall durch Papierform und Schwerpunktsverlegung beeinflussen kann.

Gustave Hermite u. Georges Besançon: Ueber die Temperatur der höchsten Schichten der Atmosphäre. — Anknüpfend an den Bericht Alfred Angot's an die Akademie der Wissenschaften zu Paris, wonach auf Grund der Beobachtungen auf dem Montblanc die Temperatur der Grenze der Atmosphäre nach der Formel von Woeïkoff berechnet — 45° betragen soll, behaupten die Verfasser, dass diese Hypothese nicht richtig sein könne. Sie suchen mit den beiden Fahrten ihres Piloten L'Aérophile nachzuweisen, dass jene Temperatur viel niedriger sein müsse,

denn sie haben schon in 12000 m Höhe — 51° C gefunden. Angot, an den sie sich brieflich gewandt haben, bestreitet die Richtigkeit ihrer Instrumente. Wir erfahren zum Schluss, dass Verfasser mit Anfertigung eines neuen grösseren Piloten beschäftigt sind, der die Höhe von 17000 m erreichen soll.

Emmanuel Aimé: Luftschifferliche Umschau. — Verfasser bespricht in etwas sarkastischer Weise die amerikanischen Versuche durch Explosion von Ballons in der Höhe, Regen erzeugen zu wollen. Er geht ferner näher auf den Inhalt des amerikanischen Journals Aeronautics ein, in dem er Vieles zu bespötteln findet. In sehr gerechter Weise würdigt er sodann die Versuche unseres geschätzten Mitarbeiters Lilienthal nach seinem Aufsatz im vorjährigen November-Heft unserer Zeitschrift. Er wendet sich, wie wir zu unserer Freude lesen, direkt gegen diejenigen, welche den Apparat Lilienthals als einen Fallschirm neuen Modells betrachten und die Versuche als nicht neu ansehen. Er sagt darüber wörtlich: Fallschirme und Regenschirme haben nur eine unbestimmte (vague) Aehnlichkeit mit dem Apparat von Lilienthal. Zunächst orientiren sie sich ziemlich schlecht; dann steigen sie nicht wieder aufwärts, wenn sie in grader Linie fallen, wenigstens nicht wenn sich nicht aufsteigende Winde hineinmischen. Das System Lilienthal ist lenkbar und kann wenigstens in gewissem Masse aufwärts fliegen. Aber das was ihn von Allem, was bis jetzt gemacht worden ist, unterscheidet, das ist sein Princip, das ist die Grundidee, welche seine Erfindung beherrscht und die mir nicht klar von denjenigen begriffen zu sein scheint, welche sie kritisiert haben. Wenn sein Flugapparat sich eine relativ lange Zeit hindurch in der Luft erhält, trotz der ziemlich geringen Fallhöhe, so verdankt er es nicht der Grösse seiner Flügel, sie haben durchaus nichts Uebertriebenes: sie würden eine ziemlich schlechte Fallschirmwirkung im eigentlichen Sinne haben; es hängt auch durchaus nicht zusammen mit einer Kraftentwicklung, die vom Fliegenden ausgeht, denn die Flügel wurden nicht bewegt. Das lange Schweben wird allein durch die Arbeit des Windes hervorgerufen, „innere Arbeit des Windes“ würde Langley sagen. Die concave Flügelfläche wird in der That derart gedreht, dass der Windstoss aufgefangen und unter der Kraft dieses Fluidums aufgestiegen wird: das ist die erste Anwendung einer neuen Theorie.

Die Flugtechnik in Oesterreich — enthält eine kurze Beschreibung der Flugmaschine von Professor Wellner.

Mittheilungen: Am 20. December 1893 um 11^{45} a. m. ist auf der Spitze des Eiffelthurms die bis dahin grösste Geschwindigkeit von 44 m p. Secunde beobachtet worden. — Am 8. Februar 6 Uhr Abends fand zu Meudon eine Explosion eines Gaswagens statt. Ganze Recipienten und Trümmer aller Art flogen bis 250 m im Umkreise herum, glücklicherweise ohne Menschenleben zu gefährden. Die Ursachen werden auf Böswilligkeit zurückgeführt Der Schaden wird auf etwa 50000 Fr. angegeben. — Für die allgemeine Ausstellung zu Lyon baut Lachambre einen Fesselballon. — Sitzungsberichte vom 12. Januar, 26 Januar, 9. Februar; Uebersicht über die Fachpresse; verschiedene Publicationen; Bibliographie.

Moedebeck.



Hermann von Helmholtz. †

Der glänzendste Stern in der physikalischen Welt der Gegenwart ist untergegangen. Schmerzlich bewegt blickt ihm Deutschland nach, trauernd die gesammte gebildete Welt. Denn Helmholtz' vielseitiges und gründliches Schaffen förderte nicht die Wissenschaft allein, sondern kam der ganzen Menschheit zu Gute.

Es kann hier nicht die Aufgabe sein, die Leistungen des grossen Mannes auch nur annähernd zu würdigen, vielmehr gilt es nur, auch an dieser Stelle seinem Andenken einige Worte zu widmen und mit Stolz hervorzuheben, wie ihm auch die Beschäftigung mit der Luftschiffahrt und mit der Physik der Atmosphäre nicht fremd war.

Mit der Luftschiffahrt und zwar mit Untersuchungen über die Lenkbarmachung der Ballons sowie über das Fliegen beschäftigte sich Helmholtz schon in den siebziger Jahren. Und er hat bezüglich seiner Schlussfolgerungen darin Recht behalten, dass die praktischen Schwierigkeiten, welche sich der Erhebung und freien Bewegung in der Luft entgegenstellen, unerwartet gross, fast unüberwindlich sind, wenn auch die Aussichten in der Gegenwart sich günstiger zu gestalten scheinen.

Auf dem Gebiete der Physik der Atmosphäre hat er durch das Hineintragen neuer Gedanken, ähnlich wie bei den meisten seiner Arbeiten, fundamentale Wahrheiten aufgedeckt und somit bahnbrechend gewirkt. So hat er zuerst schon i. J. 1865 die richtige Erklärung des Föhn gegeben, die allerdings, weil nur nebenbei gemacht, ziemlich unbeachtet geblieben war. Besonders aber hat er sich in seinen letzten Lebensjahren mit atmosphärischen Phänomenen befasst. Seine Studien „über atmosphärische Bewegungen", die sich auf die allgemeine Circulation der Atmosphäre und im Besonderen auf das Vorkommen von Discontinuitätsflächen in derselben mit ihren Folgeerscheinungen (Windwogen, Wogenwolken) beziehen, brachten überraschend einfache Erklärungen für gewöhnliche aber bislang räthselhafte Erscheinungen und zeigten einen neuen Weg zu weiteren Untersuchungen.

Mit dieser Richtung seines Forschergeistes steht im Einklange sein Interesse an den Bestrebungen des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt. Dem Ausschusse zur Veranstaltung wissenschaftlicher Ballonfahrten gehörte er nicht nur mit dem Namen, sondern auch mit der That an. Bei zahlreichen Ballonaufstiegen war er zugegen, stundenlang am Platze weilend und von allen Neuerungen am Ballon oder an den Instrumenten eingehend Kenntniss nehmend. Auch die Vereins-Sitzungen besuchte er gelegentlich als Gast, dabei stets durch Theilnahme an der Discussion anregend und belehrend. So betrauern die Mitglieder unseres Vereins in dem Dahingeschiedenen einen der Ihrigen und nicht bloss den Fürsten im Reiche des Geistes. Kremser.

Ueber das Schweben und Kreisen der Vögel.

Von Professor Dr. **Karl Müllenhoff.**

Zwei Hauptarten des Fluges sind bei den Vögeln zu unterscheiden, der Ruderflug und der Flug ohne Flügelschlag. Die Bewegungserscheinungen des Ruderfluges sind, wie bekannt, in neuester Zeit namentlich durch Marey mit Erfolg untersucht worden. Bezüglich des Fluges ohne Flügelschlag bestehen dagegen noch immer mancherlei Schwierigkeiten. Zum Theil ist das langsame Fortschreiten unserer Erkenntnis über den Flug ohne Flügelschlag wohl darauf zurückzuführen, dass vielfach die mannigfaltigen Arten dieser Bewegung nicht klar unterschieden worden sind.

Der Flug ohne Flügelschlag tritt hauptsächlich in vier Formen auf: als Gleiten, als Schweben, als Segeln und als Kreisen. Es soll daher im Folgenden zuerst das Wesentliche der Erscheinungen bei einer jeden dieser vier Flugarten dargestellt werden und es sollen dabei die Unterschiede besonders hervorgehoben werden, sodann soll die Erklärung der aufgeführten vier Flugarten, soweit es möglich, versucht werden.

Am häufigsten wird bei den Vögeln das Gleiten beobachtet. Bei demselben gewinnt das Thier durch kräftige Flügelschläge zunächst eine bedeutende Geschwindigkeit, unterbricht dann die activen Flügelbewegungen und schiesst eine grössere oder kleinere Strecke geradeaus oder aufwärts oder auch abwärts. Beobachtungen über diese Art der Bewegung sind leicht anzustellen. Viele von unseren häufigsten Singvögeln fliegen fast immer in der Art, dass sie den Ruderflug mit dem Gleitfluge abwechseln lassen. Auch das Verfahren, durch welches die Raubvögel auf ihre Beute zuschiessen, kann man als eine besondere Art des Gleitens ansprechen. Der Falk oder Habicht fliegt entweder schräg aufsteigend von unten her auf die Taube zu und steigt, indem er plötzlich die Flügelschläge unterbricht und die Flügel dem entgegenströmenden Luftstrome schräg entgegenstellt, steil aufwärts und erreicht dabei die Taube, die über ihm flog, oder der Raubvogel übersteigt seine Beute und lässt sich dann aus grosser Höhe steil herabfallen. Man beobachtet dabei, dass jedesmal, wenn der Raubvogel fehl greift, weil das gejagte Thier ihm durch eine rasche Seitenwendung entwischt, der Räuber sich ohne einen Flügelschlag zu thun, durch blosse Umstellung der Flügel wiederum steil emporschiessen lässt. Der Raubvogel erreicht dabei fast genau wieder die alte Höhe. Dieses Flugmanöver des Herabstürzens und Aufsteigens muss für die Raubvögel ausserordentlich bequem sein und sehr wenig Muskelanstrengung nöthig machen, denn nicht selten wird diese Bewegung zehn bis zwölf Mal hintereinander ausgeführt, ohne dass man bezüglich der Schnelligkeit und der Art der Ausführung dieses Flugmanövers eine Aenderung bemerkt; ja es wird, ohne dass irgend welche Ermüdung eintritt, das Herabstürzen und Wiederemporsteigen so lange fortgesetzt, bis endlich das Beutethier ergriffen ist.

Wesentlich verschieden von dem Gleiten ist das Schweben. Man beobachtet dasselbe namentlich an Steilküsten, an denen oft Möven unbeweglich über einem und demselben Punkte des Meeres schweben. An unserer deutschen Küste bietet vor allem Helgoland mit seiner 50 bis 60 m hohen Steilküste eine vorzügliche Gelegenheit zur Feststellung aller Einzelheiten dieser wunderbaren Flugmethode. Auf Helgoland sieht man oft Hunderte von Möven sich unbeweglich in der Luft halten und zwar schweben die Thiere bei Westwind in der Nähe des Westrandes der Klippe, bei Ostwind dagegen an den nach Osten gewendeten Stellen des Klippenrandes. Während die Ebbe und die Flut fortwährend neue Wassermassen unter den Thieren vorbeibewegt, beobachten die Möven mit scharfem Auge die Wasseroberfläche, ob ihnen das Meer eine geeignete Beute zuführt. Sie schlagen dabei nicht mit den Flügeln, sondern erhalten sich durch blosse Drehung der Flügel um die Längsachse balancierend im Gleichgewicht, können indessen, wie die Beobachtung zeigt, dieses Schweben nur ausführen, wenn genügend starker Wind vorhanden ist; auch können sie nur an der dem Winde zugewandten Seite der Klippe schweben.

Aehnlich wie die Möven an Steilküsten, schweben vielfach Raubvögel über Waldwiesen; auch sie erhalten sich ohne Flügelschlag unbeweglich über einem und demselben Punkte des Erdbodens, beobachten aus der Höhe das unter ihnen liegende Terrain und durchspähen es nach Beute.

Die dritte Art des Fluges ohne Flügelschlag, das Segeln, unterscheidet sich vom Schweben dadurch, dass die Thiere nicht über einem und demselben Punkte des Meeresspiegels oder des Festlandes verharren, sondern frei weg vorwärts fliegen; auch beim Segeln findet kein Flügelschlag statt. Man beobachtet es am besten bei Möven, welche Segelschiffen folgen und sich dabei in stets gleichem Abstande von dem in der Vorwärtsbewegung begriffenen Segel des Schiffes erhalten. — Ausser hinter den segelnden Schiffen beobachtet man segelnde Vögel häufig über den Wellen des Meeres. Man nimmt dabei wahr, dass wenn die Wasseroberfläche sich in regelmässigen Wellen hebt und senkt, die Möven ohne Flügelschlag segelnd dem Gange der Wellen folgen, indem sie sich, den Bewegungen der Meereswellen entsprechend, vorwärtsbewegen und stets von der Wasseroberfläche den gleichen Abstand inne haben.

Wesentlich verschieden vom Schweben und Segeln ist das Kreisen. Der kreisende Vogel beschreibt Spirallinien. Am einfachsten erhält man eine Vorstellung von der Bahn, die der kreisende Vogel durchläuft, indem man sich eine Schnur um einen Cylindermantel gewickelt denkt. Meist ist der Cylinder, auf dessen Oberfläche der kreisende Vogel seine Bahnen beschreibt, von elliptischem Querschnitte und die Achse des Cylinders ist fast immer nicht steil aufwärts, sondern schräg gerichtet. — Wie beim Schweben und Segeln macht auch beim Kreisen der Vogel keine Ruderflugbewegung, sondern dreht nur den Flügel schwach um die Längs-

achse und verlegt durch Neigen des Kopfes nach der Seite den Schwerpunkt des Körpers nach rechts oder links, wodurch bald der rechte, bald der linke Flügel tiefer zu liegen kommt und, wie die Beobachtung zeigt, die Bewegungsrichtung wesentlich beeinflusst wird.

Vergleicht man die vier Arten des Fluges ohne Flügelschlag, das Gleiten, Schweben, Segeln und Kreisen, so ergeben sich ohne Weiteres sehr bedeutende Verschiedenheiten zwischen denselben und es unterliegt daher keinem Zweifel, dass ein jeder Erklärungsversuch der einen oder anderen dieser Flugarten den vorhandenen Verschiedenheiten Rechnung zu tragen hat. Aussichtslos waren daher auch alle Versuche, diese sämtlichen untereinander so verschiedenen Flugmethoden auf eine und dieselbe Art zu erklären; und doch sind derartige Versuche oft genug gemacht. Eine wirkliche Erklärung dieser physikalischen Vorgänge kann nur gelingen, wenn man die Verschiedenheiten der einzelnen Bewegungsarten sorgfältig berücksichtigt.

Verhältnissmässig einfach ist der Vorgang des Gleitens; leicht gelingt es bei ihm ein Verständniss für die Mechanik des Processes zu gewinnen. Das im Ruderfluge vorwärts arbeitende Thier erwirbt durch seine Flügelschläge eine gewisse lebendige Kraft und nützt dieselbe aus, indem es vorwärts, aufwärts oder abwärts gleitet; die Grösse dieser lebendigen Kraft oder wie man besser sagt der „kinetischen Energie“ oder Arbeitsfähigkeit der Bewegung hängt natürlich nur von der Grösse der Masse des Thieres sowie von der Geschwindigkeit ab, mit welcher es sich in dem Augenblicke bewegt, wo es zu gleiten anfängt. — Ausser der Arbeitsfähigkeit der Bewegung kann, wie die Beobachtung zeigt, auch die Arbeitsfähigkeit der Lage zur Verwendung kommen. Der Raubvogel, der aus der Höhe auf seine Beute herunterstürzen will, besitzt je nach seinem Gewichte und der Höhe eine mehr oder weniger grosse potentielle Energie oder Arbeitsfähigkeit der Lage; er benutzt sie, indem er herabstürzt, und wandelt sie, indem er durch den Sturz eine bedeutende Geschwindigkeit erlangt, in kinetische Energie um. Wiederholt das Thier das Herabstürzen und Emporsteigen mehrfach, so findet die Umwandlung von Energie der Lage in Energie der Bewegung und umgekehrt mehrmals hintereinander statt. In allen diesen Fällen, sowohl beim Vorwärtsgleiten, wie auch bei dem aufwärts gerichteten Gleitfluge und nicht minder, wenn das Thier abwechselnd abwärts und dann aufwärts gleitet, handelt es sich um den Verbrauch eines bestimmten Energievorrathes. Das Vorwärtsgleiten kann nicht dauernd mit gleicher Schnelligkeit erfolgen, rasch ist beim Emporschiessen die vorhandene lebendige Kraft aufgebraucht und nie kann ein Thier genau wieder die alte Höhe erreichen, wenn es sich von oben herabstürzt und dann wieder emporsteigt, wenn es nicht durch Flügelschläge den durch die Reibung verlorenen Energieverlust wieder ersetzt. Im allgemeinen ist ein Vogel zu einem desto anhaltenderen Gleiten befähigt, je grösser seine Masse ist, und man

beobachtet daher, dass von geometrisch ähnlich gebauten Thieren immer die grössten die längsten Gleitflüge ausführen.

Ein eigenthümliches Flugmanöver, welches bei den Falken, die ein bestimmtes Beutethier übersteigen wollen, vielfach beobachtet ist, (siehe z. B. Huber: Observations sur le vol des oiseaux de proie, Génève 1784; Marey: Le Vol des Oiseaux, Paris 1890) bedarf hierbei noch einer besonderen Erläuterung. Die Beobachtung zeigt, dass der Raubvogel eine kleine Strecke dem Winde entgegenfliegend im Ruderfluge und zwar in einer meist nur schwach ansteigenden Richtung emporfliegt; dann kehrt er um und kommt horizontal fliegend zu einem Punkte, der über seiner alten Abflugsstelle liegt, zum zweiten Male kehrt der Vogel um, wendet sich gegen den Wind und ersteigt die zweite Staffel, worauf er wiederum mit dem Winde horizontal fliegend zu einem Punkte gelangt, der um zwei Staffelhöhen über der ursprünglichen Abflugsstelle liegt. Dieses wiederholt er so oft, bis er die erforderliche Höhe erreicht hat. Das ganze Verfahren gestattet dem Thiere ohne steil emporzusteigen und ohne sich weit von der Abflugsstelle zu entfernen eine sehr bedeutende Höhe zu erreichen. Es wird, wie die Beobachtung zeigt, dieses Verfahren bei schwachem Winde angewandt. Je stärker der Wind ist, desto steiler können, das zeigen sowohl die Raubvögel wie auch namentlich die Möven an der Seeküste, die Vögel empor steigen; ja sie können selbst ganz gerade emporfliegen, wenn ein so kräftiger Wind weht, dass er das fliegende Thier mit einer Geschwindigkeit rückwärts treibt, die gerade der horizontalen Eigengeschwindigkeit des Vogels gleich ist.

Bedeutendere Schwierigkeiten als der Gleitflug bereiten für die Erklärung das Schweben, Segeln und Kreisen. Mannigfaltige zum Theil recht wunderbare Erklärungsversuche sind unternommen worden.

Häufig findet sich in der Litteratur die Ansicht, die Vögel würden zum Schweben, Segeln und Kreisen befähigt durch die warme Luft, welche sie in den Knochen hätten. Die einfache physikalische Rechnung zeigt, dass dieses unmöglich ist. Es betrage für ein Kilo Vogelgewicht das Volum der Höhlungen in den Knochen 100 ccm und es sei die äussere Luft 0^0 C. die Luft in den Knochen dadegen 40^0 C. warm. Selbst in diesem extrem günstigen Falle beträgt die Grösse des Auftriebes der in den Knochen enthaltenen warmen Luft nur $^1/_{60}$ Gramm für ein Kilo Vogelgewicht. (Siehe Olshausen: Berichte des freien deutschen Hochstiftes 1890 p. 386 — 407.)

Nicht viel besser als die Erklärung vermittelst der Knochenhöhlungen ist die Zurückführung des Schwebens der Vögel auf die Luftsäcke, die grossen Luftbehälter, welche die Vögel in der Brust- und Bauchhöhle des Rumpfes tragen. Diese Luftsäcke nehmen allerdings einen bedeutenden Raum ein, sie betragen bis zu $^1/_6$ des Körpervolums; doch würde, wie die Berechnung zeigt, ein Vogel von 1 Kilo Gewicht und 3 Liter Volum, wenn

die äussere Luft 0° C., die Luft in den Luftsäcken 40° C. warm ist, durch den Auftrieb der warmen Luft nur eine Gewichtsverminderung um $^1/_{12}$ Gramm erfahren; auch dieser Erklärungsversuch ist also ganz ungenügend.

Wegen der Schwierigkeiten eine wirkliche Erklärung zu finden, haben manche Beobachter schliesslich auf eine physikalische Theorie verzichtet und gemeint, man müsse annehmen, dass der Vogel imstande sei, allein vermöge des freien Willens ohne selbst Bewegungen auszuführen sich in der Luft schwebend zu erhalten, ja sogar zu steigen. Einer ernstlichen Widerlegung bedarf ein solcher Glaube nicht.

Ebenso unphysikalisch wie die Meinung, der blosse Wille trüge das Thier, ist die Anschauung, dass die aufsteigenden Raubvögel sich in die Luft hinaufschrauben nur vermittelst der schraubenförmigen Gestalt ihrer Flügel. Bei dieser Erklärung fehlt eines, nämlich der Antrieb für die Schraubenbewegung vollständig; es fehlt die Triebkraft, welche den Vogel mit immer gleichbleibender Geschwindigkeit bis in die höchsten Regionen der Lüfte emportreibt und fortwährend den Luftwiderstand und die Schwerkraft überwindet.

Eine fünfte Reihe von Erklärern vergleicht den schwebenden, segelnden und kreisenden Vogel mit einem Drachen und meint, der Vogel könne durch die blosse Schrägstellung seiner Flügel zum Winde es erreichen, dass ihn der Wind trägt. Diese Erklärer vergessen dabei, dass der Drachen fällt, sobald man die Schnur durchschneidet, die ihn in der Luft hält, und dass der Vogel keine derartige Schnur besitzt. Wenn der Vogel seine Flügel einer Drachenfläche gleich schräg dem Winde entgegenstellte, so würde er einfach von der Luftströmung mitgenommen werden und zu gleicher Zeit zur Erde hinabgleiten. Hierbei würde die Bahn, welche das Thier beschreibt, ausschliesslich von der Grösse seines Gewichtes, von der Grösse der Flugflächen sowie von der Windstärke abhängen; stets aber würde der Fall sehr bald auf der Erde enden.

Namentlich Seeleute, welche das Schweben und Segeln der Möven vom Schiffe aus vielfach zu beobachten Gelegenheit haben, pflegen sich den Vorgang dadurch zu erklären, dass sie das fliegende Thier mit einem segelnden Schiffe vergleichen. Und doch befindet sich, wie eine einfache Ueberlegung zeigt, ein segelndes Schiff in einer absolut anderen Lage wie ein in der Luft schwebender Vogel. Das segelnde Schiff berührt nämlich zwei Medien, das Wasser und die Luft, der fliegende Vogel dagegen findet seinen Stützpunkt ausschliesslich in einem Medium, der Luft. Er muss demgemäss sehr rasch von diesem Medium Richtung und Geschwindigkeit mitgetheilt erhalten, wenn er sich nicht durch active Flügelschläge innerhalb dieses Mediums eine Eigenbewegung ertheilt.

Fasst man das Gesammte über die bisher besprochenen Erklärungsversuche kurz zusammen, so erhält man als zweifelloses Ergebniss, dass alle diese Erklärungsversuche, so mannigfaltig sie sind, als irrig verworfen

werden müssen, da sie mit den Gesetzen der Mechanik nicht in Einklang zu bringen sind.

Um eine wirklich brauchbare Erklärung für das Schweben zu erhalten, ist es nothwendig, zunächst das Verhalten des Windes an Steilküsten ins Auge zu fassen. Eine ausgezeichnete Schilderung hiervon giebt Olshausen in den Berichten des freien deutschen Hochstiftes 1890 p. 386 bis 407.

Wenn starker Wind gegen eine hohe und steile Felswand anprallt, so wird er gerade nach oben abgelenkt. Ein Beobachter, der bei heftigem Winde auf Helgoland dicht am Abhange steht, befindet sich daselbst in einer vollkommenen Windstille, während die Brandung unten den Felsen peitscht, weisse Schaumköpfe die Wellen krönen, der Schaum vom Sturme 80 Meter hoch aufwärts getragen wird und während auf der Mitte der kahlen Insel der Sturm uns das Stehen fast unmöglich macht. Deswegen halten sich auch bei heftigem Winde die Spaziergänger stets an der Windseite und die Schafe auf der Insel legen sich stets an der dem Winde zugekehrten Seite nieder, weil sie dort Schutz gegen den Sturm finden. Zehn bis zwanzig Meter von der steilen Kante entfernt beginnt bereits ein unruhiges Wehen ohne bestimmte Richtung; dasselbe steigert sich zu heftigem Winde, wenn der Beobachter sich der Mitte nähert und von dort bis zur Kante an der Leeseite empfindet er die volle Wucht des Sturmes.

Wirft man nun bei stürmischem Wetter und zwar an der Windseite feste Gegenstände, Latten, Grashalme, Erdklösse, Zweige über die 50—60 Meter hohe Felswand hinab, so werden sie vom Winde emporgetragen und fliegen in hohem Bogen auf die Insel zurück. Leichtere Gegenstände fliegen, bevor sie zu Boden fallen, rückwärts gegen die allgemeine Windrichtung und bleiben dann in der windstillen Zone nahe der Kante des Felsens liegen. Die Buben auf Helgoland werfen ihre Mützen bei solchem Wetter weit über die Felskante hinaus nach dem Meere zu; die Mützen kommen stets von selbst zurück, denn der aufwärts steigende Luftstrom ergreift sie, trägt sie empor und lässt sie auf das Felsplateau fallen. Professor Hallier hat diesen Versuch sogar mit einem schweren hölzernen Warnungspfahl gemacht, den er über den Rand des Felsens hinausschob. Der Pfahl wurde vom Sturme ergriffen, hoch emporgeschleudert und fiel dann auf die Insel zurück; eine grosse schwere Bank wurde durch Knaben wiederholt über den Rand des Felsens geworfen und sie wurde durch den Sturm fünf, sechs Mal wieder auf die Insel zurückgeschleudert; dann aber schoss sie hinunter.

Wenn diese aufsteigende Luftströmung im Stande ist, solche Kraftstücke zu verrichten, so kann sie natürlich auch die viel leichteren Vögel tragen. Und sie ist es auch thatsächlich, die das Schweben der Möven ermöglicht. Die Vögel brauchen, wenn sie lange über demselben Punkte des Meeres verweilen wollen, nur stets so zu steuern, dass sie in dieser aufwärts gerichteten Luftströmung bleiben. Und sie können dieses stundenlang, weil

sie den Ort, wo die Luft aufsteigt, genauer als der Mensch aus der Erfahrung kennen. Der auf dem Felsen postierte Beobachter erkennt aus der Stellung der Möven, dass der tragende aufsteigende Wind bis zu einer Höhe von vielen hunderten von Metern sich erstreckt und je höher um so weiter nach der Luvseite über das Meer hinausreicht. In der That beobachtet man dort das vollständig flügelschlaglose Schweben von ganzen Schaaren von Möven, die in diesem Gebiete scheinbar nach jeder Richtung hinsteuern.

Aus den Beobachtungen über den Ort, wo die Möven schweben, lassen sich sichere Schlüsse ziehen auf die Windrichtung. Bei Westwind schweben die Möven an der Westseite, bei Ostwind an der Südost- und Nordostseite der Insel. Ebenso kann man umgekehrt aus dem Winde auf den Ort schliessen, wo die Möven zu finden sind.

Ganz genau die gleichen Manöver, wie sie die schwebenden Vögel an der Seeküste ausführen, werden nun auch beobachtet bei Raubvögeln, welche über Waldlichtungen und an Waldrändern sich längere Zeit ohne Flügelschlag in der Luft halten. Auch hier erkennt man, dass es der von der Waldlisière nach aufwärts prallende Luftstrom ist, der den Vögeln das Verharren in der Höhe gestattet. Und ebenso wie bei Windstille die Möven nicht an der Küste schweben können, so vermögen auch die Raubvögel bei Windstille sich nicht ohne Flügelschlag schwebend in der Luft zu erhalten.

Das Segeln ist leicht erklärlich, nachdem das Schweben in Bezug auf seine Mechanik klar erkannt worden ist. Das Segeln der Vögel unterscheidet sich vom Schweben dadurch, dass das Thier sich bei ihm vorwärts bewegt, beim Schweben dagegen über einer und derselben Stelle des Erdbodens verhärrt. Es ist ein anziehendes Schauspiel, den segelnden Möven während einer Seefahrt mit dem Auge zu folgen. In stets gleichbleibendem Abstande hinter dem Hauptmaste des Schiffes hält sich die Möve unbeweglich in der Luft. Aus der Höhe beobachtet sie aufmerksam jeden Hergang auf dem Schiffe, reguliert durch schwache Drehung des Flügels um die Längsachse ihre Stellung zum Segel und ist, sobald ein Bissen für sie hingeworfen wird, schnell bereit unter Reffung der Flügel sich auf den betreffenden Gegenstand hinabzustürzen um ihn, noch ehe er niedergefallen ist, mit dem Schnabel zu ergreifen. Die Möve kehrt jedesmal, sobald sie ihre Beute gefasst hat, sofort wieder auf ihren alten Punkt zurück, wobei sie selbstverständlich einige Flügelschläge machen muss, und verharrt dann ruhig an der gleichen Stelle, folgt aber den Bewegungen des Schiffes (s. Lilienthal, Der Vogelflug. Berlin 1889. p. 106).

Leicht erkennt man, dass das Thier durch den Wind getragen wird, der von hinten her gegen das Segel des Schiffes weht, von der Segelfläche des Schiffes emporprallt und aufwärts steigend die Unterfläche der Möve trifft. Nur durch diesen Wind wird das Thier befähigt, dem Laufe des

Schiffes ohne Flügelschlag zu folgen. Die ganze Thätigkeit, die die Möve beim Segeln auszuführen hat, besteht darin, dass sie durch vorsichtige Drebung der Flügel um die Längsachse sowohl ein Hinausschiessen über die gewünschte Entfernung vom Segel wie auch ein allzuweites Zurückbleiben hinter demselben vermeidet.

Auch das Verhalten der Möven, welche, über den Wellen des Meeres hinschwebend, sich in stets gleich bleibendem Abstande von diesen Meereswellen zu halten verstehen, lässt sich ohne Schwierigkeit als eine besondere Form dieser Bewegung auffassen.

Die Geschwindigkeit der Wellen beträgt bei starkem Seewinde 10 bis 15 Meter pro Sekunde, im südlichen atlantischen Westwindgebiete 14 Meter, ja am Cap der guten Hoffnung sind Geschwindigkeiten von 40 Meter pro Sekunde beobachtet worden. Stets bleibt indessen die Geschwindigkeit der Wellen hinter denen der Winde zurück, die sie hervorrufen. Da mit wachsendem Winde die Geschwindigkeit der Wellen langsamer zunimmt, so laufen diese bei wachsendem Winde stets langsamer, als der Wind weht, sodass also bei 20 Meter Windgeschwindigkeit nur eine Wellengeschwindigkeit von etwa 15 Meter vorhanden ist. Die Vorstelluug dieser zwei verschiedenen und dabei gleichzeitigen Geschwindigkeiten wird erleichtert, wenn wir die Wellen mit ihren Bergen und Thälern in absoluter Ruhe und den betreffenden Wind mit einer Geschwindigkeit der Differenz 20 — 15 = 5 Meter darüber hinwehend denken. Die in Gedanken erstarrten Wellen von der Grösse und Höhe der wirklichen Wellen im Sturme erreichen im atlantischen Ozean eine Länge von 133 Meter, am Cap der guten Hoffnung sogar die von 580 Meter. Diese Wellen sind kleinen Hügeln gleich, welche die Richtung des Windes ablenken und auf ihrem Rücken aufwärts kehren. Hinter jeder Welle befindet sich ein Windschatten, und erst eine Strecke über ihren Gipfel hinaus erreicht der Wind wieder den Wasserspiegel. Der über den Wellen segelnde Vogel hält sich nun, wie die Beobachtung zeigt, stets an der dem Winde zugekehrten Seite des Wellenberges, der Luvseite; die Möve vermeidet im Allgemeinen ein jedes Hinausschiessen über den Gipfel der Welle genau ebenso sorgsam, wie sie ein Ueberholen des Schiffes vermeidet, wenn sie hinter dem Segel eines Fahrzeuges her segelt (siehe Olshausen l. c. pag. 392).

Nur in einer Beziehung ist der über den Wellen segelnde Vogel in einer wesentlich anderen und zwar günstigeren Lage, als wenn er hinter dem Segel eines Schiffes hersegelt, er ist nicht auf eine einzige Stelle an der Meeresfläche beschränkt, sondern er findet, soweit Wellen und Wind reichen, überall gute für das mühelose Segeln geeignete Plätze. Die meilenweit sich hinziehenden Wellenberge gestatten dem Thiere an jedem Punkte ihrer Länge das Segeln, und ausserdem kann die Möve, die durch den vom Wellenberge emporprallenden Windstrome getragen wird, in jedem beliebigen Augenblick durch einen Flügelschlag sich in die raschere horizontale Luft-

strömung in grösserer Höhe erheben und sich durch dieselbe bis zum nächsten Wellenberge tragen lassen, ein Manöver, welches die Möven häufig ausführen und bei dem sie ganz ungeheure Entfernungen mit minimalem Kraftaufwande durcheilen.

Für das Schweben sowohl wie für das Segeln der Vögel ist somit einerseits durch die Beobachtungen über das Verhalten der Thiere und andererseits durch Feststellung der Luftbewegungen eine ausreichende Erklärung gefunden worden. Für das Kreisen ist diese Aufgabe bisher noch nicht ganz gelöst. Der Grund hierfür liegt zum Theil darin, dass es ganz ausserordentlich schwer gelingt, den Vorgang im Einzelnen zu beobachten. Beim Schweben sowohl wie beim Segeln erhält sich der Vogel annähernd in gleichbleibender Entfernung vom Erdboden und es macht daher keine besondere Schwierigkeit, die Bewegungen des Thieres genau zu verfolgen. Beim Kreisen sieht man dagegen die Thiere sich bald vom Erdboden entfernen, bald wiederum sich demselben nähern, und die Bahnen, welche sie beschreiben, sind derartig, dass der auf seinen Standpunkt auf der Erdoberfläche beschränkte Beobachter schwer den wirklichen Hergang feststellen kann. Vielfältig hält man bei der Beobachtung die kreisende Bewegung für ein einfaches Gleiten in einer Horizontalebene, man sieht dem kreisenden Vogel längere Zeit zu und wird sich dann plötzlich dessen bewusst, dass das Thier in eine grosse Höhe aufgestiegen ist, weil es unseren Blicken plötzlich sehr klein erscheint, während wir es vorher viel grösser gesehen hatten. Wir sind eben ganz ausserordentlich unfähig Bewegungen zu erkennen, welche direkt auf uns zu oder direkt von uns weg gerichtet sind. Nur durch die scheinbare Abnahme der Grösse des beobachteten Objektes können wir eine wachsende Entfernung nur durch ein Anwachsen der gesehenen Bilder eine Annäherung feststellen; wir können daher, wenn der Vogel über uns kreist, weder ein Steigen noch ein Sinken desselben sicher beobachten. Besser können wir seitliche Bewegungen auffassen. Und man kann daher deutlich sehen, dass die Vögel beim Kreisen den Kopf bald nach rechts, bald nach links neigen und dadurch den Schwerpunkt seitwärts verlegen. Es schwankt dann der ganze Körper nach derjenigen Seite hin, nach welcher der Kopf bewegt wird, und es ist die Stellung eines Thieres, welches mit beispielsweise nach links geneigtem Kopfe im Kreise schwebt, genau die eines Kunstreiters im Circus, dessen Pferd im Kreise links herum läuft, wobei der Kunstreiter seinen Körper immer dem Drehungsmittelpunkte zuneigen muss, um nicht in tangentialer Richtung aus der Bahn herauszufliegen.

Ohne weiteres stellt man durch blosse Ueberlegung fest, dass das Kreisen bei windstillem Wetter unmöglich ist, dass in ruhender Luft jeder Vogel, auch wenn er noch so grosse Flügel hat, langsam sinken muss, und leicht ist es durch die Beobachtung zu bestätigen, dass jedes Mal, wenn die Vögel kreisen, wenigstens in den oberen Luftregionen eine kräftige

Luftbewegung vorhanden ist. Dagegen ist es schwer zu ermitteln, von welcher Art diese Luftbewegung ist.

Bei den ersten Versuchen das Kreisen zu erklären ging man von der Annahme aus, dass ein gleichmässiger Wind über den Erdboden hinginge. Der Vogel lässt, so lautet eine Erklärung, nachdem er sich durch Muskelthätigkeit in die Höhe gearbeitet hat, den Wind von hinten her auf sein Gefieder wirken, er lässt sich vom Winde treiben. Dabei erfährt er eine sehr bedeutende Vorwärtsbewegung und zugleich eine kleine Senkung. Das Thier fliegt indessen hierbei nicht gerade aus, sondern es dreht sich. Während des Gleitens verschiebt nämlich der Vogel entweder seinen Schwerpunkt seitwärts durch Wenden des Kopfes oder er verschiebt den Druckmittelpunkt der ganzen dem Winde gebotenen Fläche seitwärts, indem er den Flügel der einen Seite verkürzt. In beiden Fällen ist der Effect der gleiche, es wird ein Drehungsmoment geschaffen, das das Thier im Kreise herumzubewegen strebt. Wendet z. B. ein Storch, wenn er vor dem Winde abwärts gleitet, seinen Kopf links, oder verkürzt ein Adler oder Geier seinen linken Flügel, so erfährt das Thier eine Linkswendung, die es schliesslich gegen den Wind kehrt. Sowie nun der Luftstrom das Thier von vorn erfasst, so ändert sich die Stellung der vorher, so lange der Wind von hinten kam, aufgeblähten Federn; das Gefieder legt sich dicht an den Körper an und somit durchschneidet der Vogel jetzt die Luft mit seinen Flügeln, er durchbohrt sie mit seinem spitz zulaufenden Kopfe in der Weise, dass er nur einen sehr viel geringeren Widerstand erfährt als vorher. Durch geschickte Stellung der Flügel und, wenn derselbe einigermassen gross ist, auch des Schwanzes, wird der zu überwindende Luftwiderstand zur Hebung benutzt. Dabei wird nun allerdings die vom Vogel vorher erworbene lebendige Kraft schnell verbraucht, aber das Thier erhält ja bei weiter fortgesetzter Drehung bald wieder einen neuen Impuls, indem der Wind das Gefieder wieder von hinten fasst. Die Bahn, die ein solcher Vogel beim Kreisen beschreibt, ist demgemäss eine um einen geneigten Cylinder beschriebene Spirallinie. Ausnahmslos muss sich der Mittelpunkt der Kreise, die ein ohne Flügelschlag fliegender Vogel beschreibt, entweder horizontal (in der Richtung des Windes) oder vertikal (in der Richtung der Schwerkraft) verschieben; ein wirkliches Stehenbleiben in der Luft oder ein Kreisen um einen ruhenden Punkt ist nicht möglich ohne active Flugbewegung (s. Müllenhoff: Die Grösse der Flugflächen in Pflügers Archiv für Physiologie. 1884. pag 427).

Diese Ausführungen, welche zuerst ganz einleuchtend erscheinen, enthalten doch einen physikalischen Irrthum. Ein gleichmässig wehender horizontaler Wind muss innerhalb kurzer Zeit dem ohne Flügelschlag in ihm verweilenden Vogel seine Richtung und Geschwindigkeit ertheilen und es muss, sobald dieses eingetreten ist, das Thier zu sinken beginnen und es wird trotz aller Drehungen des Kopfes und aller Verkürzungen der

Flügel fallend den Erdboden erreichen. Es kann weder ein dauerndes Verweilen in der Luft noch auch ein Emporsteigen zu grösserer Höhe unter der Annahme gleichmässiger horizontaler Luftströmungen erklärbar gemacht werden. Irrthümlich war es daher, wenn R. von Lendenfeld (in den Reports of the Linnean society of New South Wales. 1885) die im Obigen wiedergegebene Beschreibung der Manöver des Segelfluges als eine ingenious explanation bezeichnete. Im Irrthum befand sich auch Blix, der im skandinavischen Archiv für Physiologie 1890 eine der obigen ähnliche Erklärung des Kreisens unter der Annahme gleichmässiger horizontaler Luftströmung zu geben versuchte. Mit Recht wurde den Blix'schen Ausführungen gegenüber durch Thor Stenbeck (in seiner Broschüre über das Segeln oder Kreisen der Vögel. Stockholm 1891) ausgeführt, dass in gleichmässig horizontal bewegter Luft, der Vogel ebenso wenig dazu im Stande sei, wie in ruhender Luft, eine Ausführung, die in allen wichtigen Punkten übereinstimmt mit den Auseinandersetzungen Gerlachs in der Zeitschrift für Luftschiffahrt 1886 pag. 286.

Im Gegensatze zu den vergeblichen Versuchen, das Kreisen der Vögel in gleichmässig horizontal strömender Luft erklären zu wollen, machte zuerst Lord Raileigh (Nature XXVII. p. 535) darauf aufmerksam, dass vielleicht die mit zunehmender Höhe wachsende Windgeschwindigkeit das Kreisen ermögliche. In der That tritt der Fall, dass die ganze Luftmasse mit gleicher Geschwindigkeit strömt, fast niemals ein; es ist vielmehr in der Regel der Wind in der Höhe stärker als am Boden und sehr oft steigert sich die Windgeschwindigkeit mit zunehmender Höhe in ganz besonders hohem Masse. Die Seeleute kennen diese Erscheinung aus der Erfahrung sehr wohl. Bei schönem ruhigen Wetter spannen sie besonders die hoch am Maste gelegenen Segel auf und diese blähen sich oft ganz munter, wenn unten auf dem Wasser kaum ein Lüftchen geht. Und dieser Zustand herrscht bis zu sehr bedeutenden Erhebungen hinauf; je höher man kommt, desto stärker ist im allgemeinen der Wind, das ist schon vielfältig durch Meteorologen und zumal durch Luftschiffer festgestellt worden. Für die Auffassung der Wirkung, die der nach oben zunehmende Wind auf den Vogel ausübt, ist es nothwendig im Auge zu behalten, dass es für die Grösse des Luftwiderstandes, den der Vogel im Winde findet, nur darum handelt wie sich der Vogel im Verhältnisse zu der ihn umgebenden Luft bewegt.

Sitzt eine Möve auf auf dem Wasser und weht in nächster Nähe der Wasseroberfläche ein nicht gar zu schwacher Wind, so breitet das Thier seine Flügel aus und richtet sie schräg dem Winde entgegen, so dass der Luftstrom das Thier wie mit einer Keilwirkung emporhebt. Die gleiche Wirkung tritt nun aber ein, sobald der Vogel um einige Meter hoch gehoben ist und in rascher strömenden Wind hineingelangt. So lange also mit wachsender Höhe die Windgeschwindigkeit stetig zunimmt, ist das Thier

befähigt, dem Winde entgegen emporzusteigen. Erst wenn die Zunahme der Windgeschwindigkeit unmerklich wird, findet die Aufwärtsbewegung des Thieres ein Ende.

Unerklärt lasst die Raileigh'sche Theorie, warum der Vogel in Kreisen emporsteigt und nicht in einer geraden Linie, wie man nach seinen Ausführungen erwarten sollte; auch ist bei Annahme der Raileigh'schen Erklärung nicht verständlich, warum der Vogel nicht mit steigender Höhe zugleich auch vom Winde mehr und mehr mitgeführt wird, wie es die Theorie erfordert.

Die durch Raileigh nicht genügend aufgeklärten Eigenschaften der Bahnen kreisender Vögel versuchte in wesentlich anderer Weise Langley verständlich zu machen. Derselbe hat zuerst im Jahre 1887 im Alleghany Observatorium beobachtet, dass die Geschwindigkeiten der Winde, wenn sie mit einem sehr leichten Anemometer aufgezeichnet würden, ungemein wechselten. Je leichter das Anemometer war und je geringer demgemäss der Trägheitswiderstand der Masse wurde, desto stärkere Unregelmässigkeiten zeigten sich in der Windgeschwindigkeit, zumal wenn die Beobachtungen nicht von Minute zu Minute, sondern von Sekunde zu Sekunde aufgezeichnet wurden. Langley kam durch diese Unregelmässigkeiten der Winde auf den Gedanken, dass die Oscillationen der Windgeschwindigkeiten verwendet werden könnten für die Erklärung des kreisenden Fluges. Es stellte sich zu diesem Zwecke zunächst sehr empfindliche Anemometer her, um Zeitdauer und Stärke der Schwankungen des Windes im Einzelnen zu verfolgen. Die mit diesen Apparaten im Alleghany Observatorium begonnenen Beobachtungen setzte er nach seiner Uebersiedelung nach Washington im Jahre 1893 eifrig fort. Er fand dabei, dass der Wind veränderlich ist und unregelmässig in seinen Bewegungen weit über alles Maass dessen, was man vermuthet hatte; so dass es wahrscheinlich ist, dass auch der kleinste der Beobachtung zugängliche Theil des Windes nicht als annähernd gleichmässig betrachtet werden kann. Langley nennt diese Pulsationen des Windes die innere Arbeit, ein Ausdruck, der nicht eben zweckmässig gewählt ist, weil die innere Arbeit hier nicht wie sonst Moleculararbeit bezeichnet, sondern Schwankungen merklicher Grössen. Die Aufzeichnungen des Anemometers zeigten, dass der mit einer Geschwindigkeit von 23 engl. Meilen pro Stunde (12 Meter pro Sekunde) bewegte Wind innerhalb 10 Sekunden zu einer Geschwindigkeit von 33 engl. Meilen pro Stunde (17 Meter pro Sekunde) anstieg und in weiteren 10 Sekunden auf seine ursprüngliche Geschwindigkeit sank; dann stieg er innerhalb 30 Sekunden auf 36 engl. Meilen pro Stunde (18,5 Meter pro Sekunde) und so fort mit wechselndem Steigen und Fallen einmal sogar bis 0. Die Aufzeichnung dieser Beobachtungen zeigte, dass der Wind innerhalb $5^1/_2$ Minuten durch 18 beträchtliche Maxima und ebenso viele Minima hindurchging, dass die durchschnittliche Zwischenzeit zwischen einem Minimum etwas über 10 Sekunden betrug und dass die

mittlere Geschwindigkeitsänderung in dieser Zeit etwa 10 engl. Meilen pro Stunde (6,2 Meter pro Sekunde) ausmachte (American Journal of Science 1894. pag 41). Nun wirkt, wie die mechanische Ueberlegung zeigt, eine derartig pulsierende Luftströmung genau so, wie ein abwechselnd anwachsender, abnehmender und von der entgegengesetzten Seite wehender Wind, und das Thier, welches durch seine Flügelstellung dem jeweiligen zunehmenden und nachlassenden Winde Rechnung zu tragen versteht, ist im Stande, in einer derartig ungleichmässig strömenden Luftmasse zu jeder beliebigen Höhe emporzusteigen.

Eine der Langley'schen ähnliche Auffassung ist bereits früher (Aéronaute 1881) durch den französischen Forscher Basté ausgesprochen worden, der in einer ganz zweckmässigen Weise das Verhalten des Vogels durch ein Experiment zu veranschaulichen sucht. Ein Brett ist auf der einen schmalen und langen Seite wellenförmig und zwar derartig schräg abgeschnitten, dass die Längsseite in 5—6 Wellenberge und Thäler zerfällt und Berg und Thal im Ganzen von der einen Seite zur anderen ansteigen. Auf dieser wellenförmig gestalteten Längsseite des Brettes ist eine rinnenförmige von einem Ende zum anderen laufende Vertiefung angebracht, welche einer Kugel zur Führung dient. Wird nun das Brett auf die gerade Längsseite gestellt und die Kugel auf dem untersten Wellenberge in die Führungsrinne gelegt, so rollt sie in der Rinne in das erste Wellenthal. In dem Augenblick, wo sie daselbst anlangt, wird nun das ganze Brett rasch nach dem niedrigen Ende zu verschoben. Die Kugel läuft dann vermöge ihrer Trägheit auf den zweiten, etwas höheren Wellenberg, gleitet über den Gipfel desselben hinweg in das zweite Wellenthal und beginnt den dritten Wellenberg hinaufzurollen. Ein neuer rascher Stoss verschiebt das Brett zum zweiten Male und die Kugel rollt den dritten Wellenberg hinauf bis zum Gipfel und darüber hinaus u. s. f., bis sie endlich nach wiederholten Verschiebungen des Brettes auf der höchsten Stelle des Brettes anlangt. Dieser Basté'sche Versuch ist recht geeignet, die Zurückführung des Kreisens der Vögel auf pulsierenden Wind in einfacher Weise zu erläutern.

Es werden somit von Raileigh die mit steigender Höhe wachsenden Windgeschwindigkeiten, von Langley die Pulsationen der Luftströmungen für die Erklärungen des Kreisens herangezogen. Eine dritte Art der Erklärung giebt Lilienthal. Derselbe wies zuerst in seinem Werke: Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst (Berlin. Gärtner 1889), sodann in einem Aufsatze im Prometheus Jahrg. II pag 35 auf die aufwärts gerichteten Luftströmungen als die wesentliche Ursache des Kreisens hin. Die allerdings nicht senkrecht, sondern nur schräg aufwärts wehenden Winde entstehen dadurch, dass die durch die Sonnenwärme ausgedehnte und leichter gewordene Luft „wie in einem Kamin emporsteigt"; sie bilden sich also an jedem Orte, wo sich ein barometrisches Minimum findet.

Schwer ist es allerdings zu entscheiden, welche von diesen drei Theorien richtig sei, ob die Raileigh'sche Erklärung des Segelfluges durch die nach oben zunehmende Windgeschwindigkeit oder die Langley'sche Theorie, wonach die Pulsation des Windes das Ausschlaggebende sei, oder ob endlich die Lilienthal'sche Anschauung, dass ansteigende Luftströmungen den Vögeln das Kreisen ermöglichen. Alle drei Erklärungsarten erscheinen physikalisch möglich. Welche indessen den in der Natur gegebenen Verhältnissen entspricht, darüber wird eine Entscheidung erst gefällt werden können, nachdem die durch Marey bereits im Jahre 1890 vorgeschlagenen Versuche angestellt worden sind, die thatsächlich stattfindenden Bewegungen der kreisenden Vögel genau im Einzelnen festzustellen (Marey: Vol des Oiseaux. Paris 1890). Marey schlug vor, es möchten mehrere Beobachter gleichzeitig von verschiedenen Standpunkten aus die Bahn eines kreisenden Vogels vermittelst des chronophotographischen Verfahrens aufzeichnen. Versuchsballons, welche zu gleicher Zeit in die Luft aufstiegen, könnten die im Augenblicke der Beobachtung gerade vorhandenen Luftbewegungen erkennen lassen. Bisher hat eine derartige Untersuchung nicht stattgefunden, und es muss daher die definitive Entscheidung über die angeführten drei Theorien des Kreisens vertagt werden, bis durch die exacte Feststellung eine sichere Antwort auf die noch zu beantwortenden Fragen möglich ist.

Kleinere Mittheilungen.

Vorläufiger Bericht über die wissenschaftlichen Ballonfahrten in den Monaten Juni und Juli 1894. Die Witterung des Monates Juni gestaltete sich wieder höchst ungünstig führ die Fahrten mit dem grossen Ballon. Da die Umänderung des Registrir-Apparates für den „Cirrus“ sich auch etwas verzögerte, es aber aus vielen Gründen nothwendig erschien, den letzteren gleichzeitig mit dem „Phönix“ aufsteigen zu lassen, so wurde im Juni nur eine Freifahrt mit dem „Phönix“ ausgeführt und die beabsichtigten Nacht- und Dauerfahrten auf den Juli verschoben.

1. Am 9. Juni gegen Sonnenaufgang stand der „Phönix“ gefüllt da, die Führung hatte wegen Behinderung des Herrn Gross Prltnt. Sperling von der Kgl. Luftschifferabtheilung übernommen, die Ausführung der meteorologischen Beobachtungen der Unterzeichnete. Herr Baschin vom Kgl. Meteorol. Institut sollte wieder einmal luftelektrische Untersuchungen vornehmen — doch gestaltete sich das Wetter so regnerisch, dass an eine ausreichende Isolirung der Collectoren und Elektroskope nicht zu denken war und die betreffenden Apparate im letzten Momente zurückgelassen wurden, worauf Herr Baschin sich an den meteorologischen Beobachtungen betheiligte. Der „Phönix“ erhob sich bei recht böigem Nordnordwest, der die Abfahrt zu keiner leichten gestaltete, um 5 Uhr 6 Minuten früh — kaum war Mariendorf gesichtet, als wir schon in und alsbald auch über die Wolken gingen. Nur auf kurze, ganz vereinzelte Momente gestatteten es kleine Lücken in den Wolken, den Kurs als einen etwa südöstlichen bis ostsüdöstlichen zu bestimmen — sonst ging es constant steigend über gänzlich geschlossenen Wolkenschichten fort, die sich auch fortwährend hoben und massiger wurden, bis ihre höchsten Köpfe bis auf ca 2750 m reichten. Um 10^a 57 erreichte der Ballon mit rund 4700 m seine Maximalhöhe — im Abstiege wurde zwischen ca. 2500 und

2200 m eine obere, bei 1500 m eine untere Wolkenschicht durchbrochen — und nachdem schon vorher durch eine Wolkenlücke eine grössere Stadt gesichtet worden (Liegnitz), erschien jetzt in der Ferne, doch rasch näher kommend, eine mächtige Häusermasse mit zahlreichen Kirchthürmen — erst hernach ersahen wir, dass dies Breslau war. Rasch ging es nun nach abwärts — den durch Nässe schwergewordenen Ballon vermochte auch der Schleppgurt nicht mehr ins Gleichgewicht zu bringen —, in einer ziemlich heftigen Nordwestböe mit Regen sausten wir über Feld und Busch, darinnen hochstämmige Bäume, weg, bis es nach ca. $1^1/_2$ Kilometer langer Schleiffahrt gelang, um $12^1/_4$ Uhr zu Mittag den wildgewordenen „Phönix" zum Stehen zu bringen — wir waren in der Nähe von Schmolz, südwestlich von Breslau. Wir hatten alle nur leichte Hautabschürfungen davongetragen; der Ballon und sogar die Instrumente waren gänzlich unverletzt geblieben.

Die tiefste Temperatur hatte in ca. 4670 m — 16,6°, die mittlere Wärmeabnahme (die nur geringe Unregelmässigkeiten zeigte) 0,66° auf 100 m betragen, und war diesesmal die Wärme auf der Schneekoppe und in gleicher Höhe in der freien Atmosphäre interessanterweise vollständig gleich. Hohe Werthe erreichte die Strahlung: bis zu 50° stand in 4000 m und höher hinauf das Schwarzkugelthermometer über dem die Lufttemperatur anzeigenden. Die relative Feuchtigkeit, die unten 92% betragen hatte, sank rapide über der Wolkenoberfläche bis auf 55% in 4250 m, um dann wieder bis auf ca. 70% in 4700 m zu zunehmen. Die mittlere Bewegungsrichtung war durchaus parallel der Isobare — die Geschwindigkeit bei einem Weg von 305 km (da die Erde fast constant unsichtbar geblieben, nur ungefähr zu ermitteln) 11,8 m pro Secunde.

2. Für die Nacht vom 30. Juni zum 1. Juli war eine Fahrt projectirt und vorbereitet worden, die schon zeitig vor Sonnenuntergang beginnen und sich möglichst in den folgenden Tag hinein ausdehnen sollte. Dieselbe musste im letzten Momente durch das Versagen einer Vorrichtung des Ballons unterbleiben — und nach neu vorgenommener Füllung stieg der „Phönix" erst am 1. Juli früh, allerdings bereits um 8 Uhr 47 Minuten auf. Die Führung übernahm diesesmal der Unterzeichnete, die meteorologischen Beobachtungen in der Hauptsache Dr. Süring. Die Fahrt, die 14 Stunden 20 Minuten dauerte, führte den Phönix in grossem Bogen über Brandenburg a./H., Magdeburg, das vertical überflogen wurde, an das Vorland des Harzes — hier entwickelten sich die Cumuli, welche sich seit ca. 8 Uhr zu sammeln angefangen hatten, zu einer geschlossenen Gewitterwolkenmasse, gewaltigem Cumulonimbus mit Cirrostratusschirm darüber und um 12 Uhr 48 Minuten, als wir uns etwa 12 km östlich von Goslar befanden, grüsste uns weithin grollend der erste Donner. — Wir befanden uns in 4250 m; eine kurze Ueberlegung der Umstände, der Richtung des Unter- und Oberwindes etc. gebot, keine voreilige Landung auszuführen; so zogen wir ziemlich parallel zum Gewitter, das sich langsam nach Hessen zu entfernte, während ein zweites über dem Solling stand. Ueber Goslar, Seesen ging es nun weiter. Um 4 Uhr 36 Minuten wurde die Maximalhöhe mit rund 5800 m erreicht, nachdem kurz vorher die Weser bei Bodenwerder überflogen worden war, und nun in 4 Stufen ein bequemer Abstieg vollzogen, dem um 6 Uhr 7 Minuten eine leichte Landung bei Barntrup in Lippe-Detmold folgte — ein Roggenfeld zwischen Wäldern nahm den Korb mit den von der langen Reise sehr ermüdeten Luftschiffern gastlich auf.

Da die Luftwärme in 5260 m —9,5° betrug, in 200 m aber zu gleicher Zeit ca. 29,5° (es war einer der heissesten Tage des Jahres), so ergiebt sich daraus eine mittlere Temperaturstufe von 0,77° pro 100 m. Dabei wurde im Hinaufgehen um 11 Uhr die Null-Isotherme in 3570 m, beim Herabgehen um 5 Uhr in ca. 3750 m angetroffen — es ging also die Hebung der Isothermflächen doch bis in ziemlich beträchtliche Höhen. Recht beträchtlich war in den untersten Schichten die

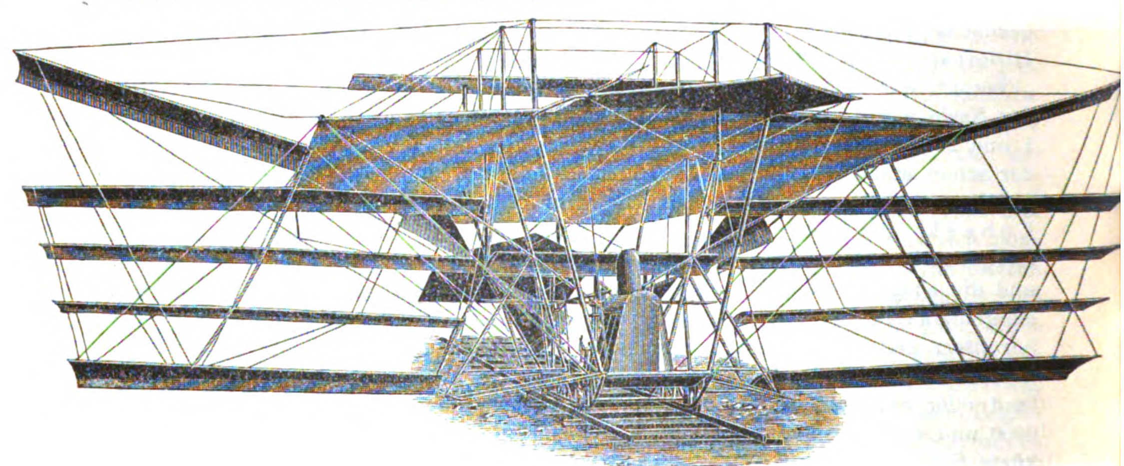
Temperaturumkehr; die direkte Zunahme der Luftwärme mit der Höhe erstreckte sich bis 180 m über dem Erdboden und erreichte 3,5° — und war es um $4^1/_2$ Uhr in 740 m um 3,3° wärmer als gleichzeitig unten. Erst in 1170 m fand sich um 5 Uhr 16 Minuten die gleiche Wärme von 15,7°, die zugleich unten abgesehen wurde. Die relative Feuchtigkeit (auf der Erde bei der Abfahrt 90%) zeigte zwei Minima von je 25% in 830 m und wieder in 4600 m und ging dazwischen mehrfach bis auf über 80%. Auf die interessanten Beziehungen zwischen den Einzelheiten im mehrfach unregelmässigen Gange der Temperatur und Feuchtigkeit und der Gewitterbildung in unserer Nähe kann erst später eingegangen werden. Der Gesammtweg hatte rund 310 km, die mittlere Geschwindigkeit kaum 6,0 m pro Secunde betragen und war die letztere bis in die grössten Höhen sehr geringfügig geblieben. Eine Rechtsdrehung (vom barischen Gradienten weg) trat erst in 3000 m Höhe ein.

3. Kaum aus Lippe zurückgekommen, wurde der Phönix zu einer neuen Luftreise in Stand gesetzt, um die Sommernächte auszunutzen — schon am 6. Juli um 6 Uhr 32 Minuten Nachmittags erhob er sich wieder, bei 25° Wärme, leichtem ESE und kaum zu 2 bis 3 Zehnteln mit Cumuli bedecktem Himmel. Die Führung war wieder mir anvertraut, meteorologischer Beobachter war Herr Baschin. Zunächst über Nauen nach WNW ziehend, drehte der Ballon bald nach NW — um Mitternacht konnte Perleberg an seinen Lichtern unterschieden werden. Der „Phönix" war indessen bis auf 2175 m gestiegen — wir wollten auch einmal in der Nacht etwas über die untersten Schichten herauskommen. Nachdem es zwischen 1 und 2 Uhr aus dem Ballon stark herausgeregnet hatte, wurden um $2^1/_2$ Uhr in der schon starken Helligkeit die westmecklenburgischen Seen sichtbar, um 3 Uhr 40 Minuten überflogen wir, nun immer mehr nach N schwenkend, das Nordende von Lübeck; gleichzeitig erhob sich in Berlin der „Cirrus", um seine denkwürdige erste Fahrt nach Bosnien anzutreten (siehe Augustheft). Der grosse Ballastvorrath und die ausgezeichnete Condition des nun in der Morgensonne von selbst langsam steigenden Ballons liessen mich den Entschluss fassen, trotz der Nähe der Ostsee nicht herunterzugehen — es war klar, dass der Phönix, auch im Falle eines vollständigen Herumschwenkens des Windes nach N ja nach NE mit Sicherheit nach Fünen, Laaland oder Seeland herüberzubringen war. So wurden denn fortwährend zwischen 3000 und 4000 m Höhe verweilend Kiel und alle die Meeresbuchten an der Ostseeküste Schleswigs, die Eckernförder, Flensburger, Apenrader Föhrde, hierauf Woyens überflogen; bei stark zunehmender Geschwindigkeit drehte der „Phönix" höher kommend immer mehr nach W, so dass nun die Nordsee gefährlich zu werden drohte. Ich liess deswegen gegen 11 Uhr Vormittag den Ballon bis auf 3000 m und darunter zurückfallen; in dieser Höhe überflogen wir nun, wieder nach N Raum gewinnend, um 11 Uhr 40 Minuten die dänische Grenze (die Königs-Au) südlich von Folding. Prachtvolle perlen-schnurartige Cumulusketten legten sich lang hin über Osten und Westen und verdeckten nun den schönen Blick auf beide Meere, den wir seit früh an genossen hatten; wir hatten keine Karten von Jütland mit, gewaltige Moore unter uns zeigten ein sehr schwieriges Landungsterrain: so gingen wir denn nochmals eine Stufe tiefer herab, um nicht in grösserer Höhe von der Nordseeküste überrascht zu werden — und als nun im NW eine tief einschneidende Bucht des Meeres unter den Wolken erschien, erspähten wir gegen 1 Uhr ein moorfreies Stück Land und gingen rapide hinab. Ein gewaltiger Südsüdost fegte über die Haide — nach dreimaligem mächtigen Auftrümmern und kurzer, doch wahrhaft schnellzugsartiger Schleiffahrt gelang es uns mit Aufbietung aller Kräfte den „Phönix" um 1 Uhr 7 Minuten Nachmittags zum Stehen zu bringen. Wir waren zwischen Süderfelling und Troldhede, mitten in Jütland. Der „Phönix" hatte seine bis jetzt längste und weiteste Reise von 515 km und 18 Stunden 35 Minuten hinter sich.

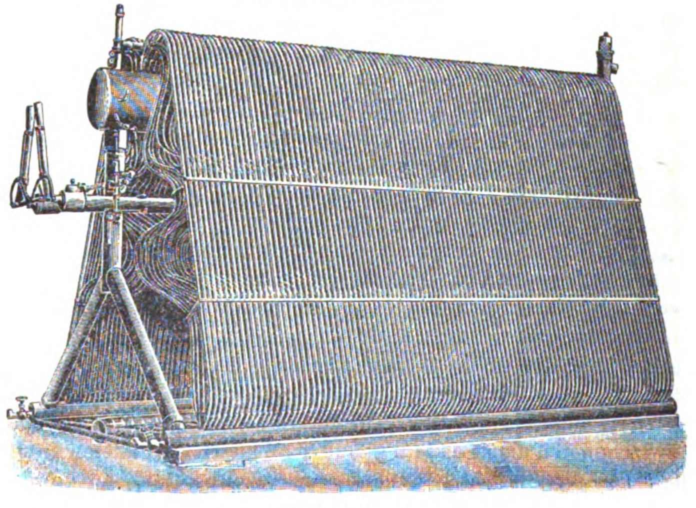
Die wissenschaftliche Ausbeute dieser in jeder Beziehung höchst interessanten Fahrt lässt sich um so weniger an dieser Stelle in wenige Worte zusammenfassen, als es sich in diesem Falle nicht nur um verticale Höhenunterschiede, sondern auch um sehr grosse horizontale Entfernungen handelt. Es sei also vorläufig nur kurz mitgetheilt, dass die Maximalhöhe von 3850 m um 10 Uhr 54 Minuten früh erreicht wurde, wo sich auch die tiefste Temperatur von —1,5° vorfand, einer mittleren Wärmeabnahme von beinahe 0,7° pro 100 m entsprechend — in den unteren 2500 m genau 0,8°, in den grösseren Höhen dagegen wenig über 0,5° erreichend. Die mittlere Geschwindigkeit hatte 7,7 m per Secunde betragen, von kaum 4,7 m am Anfange der Fahrt bis auf 13,3 m per Secunde über Jütland anwachsend.

Berson.

Maxim's Flugmaschine. Der Typus der durch Schraubenpropeller angetriebenen Segelflächen wird durch Nichts besser illustrirt als durch die grosse Maxim'sche Flugmaschine, welche gegenwärtig ihren Weg durch die Presse aller Länder macht. Wir können heute eine Abbildung dieser Maschine und des Kessels bringen, aus welcher die Construction klar hervorgeht.



Maxim's Flugapparat.



Maxim's Kessel.

Gemischte Gefühle sind es, welche uns beim Anblick dieses gewaltigen Apparates beschleichen; Bewunderung vor der Opferwilligkeit und Ausdauer des Erbauers und Besorgniss, dass durch diese Riesenarbeit keine entsprechenden Resultate erzielt werden möchten.

Nicht weniger als 540 □ m Segelfläche bei einem Gewicht von 70 Centnern besitzt diese Maschine. Zwei Luftschrauben, zu deren Antrieb 360 Pferdekräfte verfügbar sind, sollen den Apparat vorwärts treiben. Der Kessel ist ein wirkliches Kunstwerk, eine sinnreiche Zusammensetzung aus Stahlröhren, die bei verhältnissmässig kleinem Gewicht eine gewaltige Heizfläche repräsentiren. Als Heizung dient vergastes Naphtha.

Die ganze Vorrichtung läuft auf einem mehrere hundert Meter langen Schienengeleise. Die Drehung der Schrauben treibt den Apparat vorwärts, er läuft immer schneller und schneller, bis der Auftrieb der Segelflächen ihn in die Luft hebt. Von Augenzeugen wurde mir berichtet, dass auch noch ein Windstoss an dieser einmal erfolgten Hebung mitgewirkt haben soll. Dann aber erfolgte die Katastrophe, die Maschine gelangte in schiefer Stellung wieder zur Erde, wobei die Gestelltheile zerbrochen und verbogen, die eine Schraube zersplittert und auch die Segelflächen arg beschädigt wurden. Ein Freund, welcher die zerstörte Maschine gesehen, legte mir eine grosse Anzahl von in diesem Zustande von der Maschine aufgenommenen Photographien vor, die ich aber leider nicht zur Veröffentlichung erhalten konnte. Diese Bilder sind insofern lehrreich, als aus ihnen hervorgeht, wie wichtig es ist, vor Allem Uebungen über die Stabilität des Fluges und über die Landung anzustellen, bevor man einen Apparat, der Hunderttausende gekostet hat, in die Luft hineindirigirt.

Inzwischen hat Herr Maxim seinen Apparat wieder vollkommen hergestellt und es steht zu erwarten, dass wir demnächst von neuen Versuchen erfahren. Wünschen wir diesem kühnen Constructeur, dass er mit seinem kostbaren Apparat möglichst glücklich wieder zur Erde gelangt.

O. Lilienthal.

Die Militair-Luftschiffahrt im Jahre 1893. Die Ueberzeugung von dem Werthe des Fesselballons auch für die Zwecke des Feldkrieges hat sich mit der Annahme des sogenannten „Englischen Verfahrens“ d. h. mit der Mitführung des fertigen Gases in comprimirtem Zustande, durch welche die Beweglichkeit des Luftschifferparkes sowie die schnelle Füllung des Ballons gesichert ist, immer mehr Bahn gebrochen und durch die Theilnahme von mit diesem neuen Materiale ausgestatteten Luftschiffer-Abtheilungen an den grossen Manövern namentlich in Deutschland und Frankreich bestätigt.

Ferner hat Oesterreich, welches bisher als der einzige grössere Militairstaat Europas kein Luftschifferpersonal und -Material besass, im verflossenen Jahre eine eigene Militair-Luftschiffer-Station und -Truppe formirt, auch ist in dem Entwurfe für die Organisation des Schweizerischen Bundesheeres eine besondere Luftschiffer-Compagnie vorgesehen worden.

Deutschland.

Bei der durch die Annahme der Militairvorlage erreichten Vermehrung der Friedenspräsenzstärke des Heeres wurde am 1. October 1893 auch der Etat der Königlich Preussischen Luftschiffer-Abtheilung erhöht, und zwar auf:

6 Officiere,	1 Vicefeldwebel,	14 Gefreite,
1 Zahlmeister,	6 Sergeanten,	104 Gemeine,
1 Beamten,	10 Unterofficiere,	1 Zahlmeisteraspirant,
1 Feldwebel,	2 Kapitulanten,	1 Lazarethgehülfen.

Zusammen: 6 Offiziere, 1 Zahlmeister, 1 Beamter, 18 Unteroffiziere
1 Zahlmeisteraspirant, 1 Lazarethgehülfe, 120 Mann.

Die Versuche des Jahres 1893 erstreckten sich in der Hauptsache auf die Erprobung der Ausrüstung der Luftschiffer-Abtheilung mit in Stahlbehältern comprimirtem Gas durch zahlreiche Uebungen mit bespannten Fahrzeugen im Gelände, wobei Se. Majestät am 28. Februar die Abtheilung besichtigte. Weitere Versuche erstrekten sich namentlich auf die Erreichung und Zweckmässigkeit grösserer Steigehöhen des Fesselballons als bisher. Es wurden an einzelnen Tagen, so z. B. bei der grossen Frühjahrsparade, Steigehöhen des Ballons von 1800 m erreicht. — Ausser Beobachtungsübungen in Verbindung mit der Artillerie-Schiessschule in Jüterbog nahm die Luftschiffer-Abtheilung an den grossen Manövern in Lothringen bei dem XVI. Armmecorps Theil. Der Fesselballon stieg während des Manövers täglich zur Recognoscirung der feindlichen Stellungen und Bewegungen auf und war mehrfach in der Lage, den Commandirenden schnell und umfassend aufzuklären.

Frankreich.

In der Organisation und Ausrüstung des französischen Feld- und Festungs-Luftschifferparks hat sich gegen das Vorjahr nichts wesentlich geändert; indessen steht nach den Erfahrungen der Manöver des Jahres 1893 eine Aenderung gegenwärtig bevor.

Bisher war der Feld-Luftschifferpark in zwei Echelons getheilt; dem ersten lag die Füllung und die Bedienung des Ballons selbst, dem zweiten die Herstellung und Compression des Gases in fahrbaren Apparaten ob.

Diese Gliederung hat sich bei der Theilnahme eines Luftschifferparkes an den Manövern des Jahres 1892 und wiederum auch 1893 nicht bewährt. Das zweite Echelon stiess häufig bei der Herstellung des Gases und deren Compression in fahrbaren Apparaten auf grosse Schwierigkeiten und war nicht immer in der Lage, rechtzeitig für die Füllung des Ballons das erforderliche Gasquantum zu liefern.

Man beabsichtigt daher, dem Feldluftschifferparke eine grössere Anzahl von Gasbehälter Fahrzeugen (für 10 Füllungen) gleich mitzugeben und ihn so von dem Nachschube des Gases mehr unabhängig zu machen. Das zweite Echelon soll die grössere Anzahl dieser Fahrzeuge aufnehmen. Eine auf einem günstigen Punkte der Operations-Basis stationäre Wasserstoffgas-Anlage soll die Armee bezw. eine ganze Gruppe von Armeen mit dem erforderlichen Wasserstoffgas versorgen.

Auch der Ballon selbst scheint bei den Feldmanövern nichts Hervorragendes geleistet zu haben, da wenig anerkennende Meinungsäusserungen über dessen Dienste in den Militair-Zeitschriften Frankreichs zu finden sind.

Der im Bau begriffene lenkbare Ballon des Commandanten Renard, der „General Meusnier", welcher bei den Verbrüderungsfesten der Russen und Franzosen zum ersten Male sich in sein Element erheben sollte, hat die Erwartungen getäuscht.

Russland.

Obgleich auch in Russland an massgebender Stelle (Generalstabsoberst Orlow) anerkannt wird, dass das bisher verwendete Luftschiffermaterial für den Feldkrieg ungeeignet sei und man zu der Einführung der englischen Methode der Ballonfüllung schreiten müsse, so ist dies doch, wahrscheinlich aus Mangel an Mitteln, auch im verflossenen Jahre noch nicht geschehen.

Es hat daher auch die Militair-Luftschiffahrt hier directe Misserfolge im Jahre 1893 zu verzeichnen gehabt.

An den grossen Feldmanövern bei Saslow im August-September 1893 nahm ein Luftschiffer-Detachement von 4 Offizieren, 30 Mann Theil. Der Park bestand aus nicht weniger als 160 Fahrzeugen, in der Hauptsache Karren für den Transport

des zur Gaserzeugung benöthigten chemischen Materials (Eisenspäne, Schwefelsäure, Wasser) und erregte, natürlich schon durch seine enorme Grösse und Schwerfälligkeit den Unwillen des commandirenden Generals Dragomirow. Obgleich derselbe selbst zu Recognoscirungszwecken im Fesselballon aufstieg, lautet sein Urtheil über den Werth und die Leistungsfähigkeit desselben durchaus ungünstig. Man verrathe auf 20 km dem Feinde die eigene Stellung und könne doch nur bis auf 8 Werst im Allgemeinen, bis auf 5 Werst genauer vom Ballon aus die Stellungen und Bewegungen des Gegners recognosciren. Im Festungskriege allein könne der Ballon eine grössere Bedeutung gewinnen.

Dieser Misserfolg ist lediglich eine Folge des minderwerthigen russischen Luftschiffermaterials und namentlich der geringen Steigehöhe des Fesselballons. Derselbe erreichte noch nicht eine Höhe von 300 m.

Zu den beiden Festungen Warschau und Ossowetz, welche in dem Jahre 1992 mit Festungsluftschiffer-Material ausgerüstet wurden, sind im Jahre 1893 zwei weitere Festungen hinzugetreten, nämlich Nowogeorgiewsk und Iwangorod, so dass Russland jetzt 4 Festungsluftschiffer-Abtheilungen besitzt. Man soll beabsichtigen, eine besondere Festungsluftschiffer-Truppe zu bilden, anstatt die Offiziere und Mannschaften wie bisher den Besatzungstruppen der Festung zu entnehmen.

Auch in Russland werden Versuche mit lenkbaren Ballons angestellt. So wurde in Gora Kalwarya ein länglicher Ballon mit Motor erprobt, der angeblich gute Erfolge erzielte.

Oesterreich-Ungarn.

Nachdem man in den Jahren 1890—92 durch Unterrichtskurse, welche der bekannte Wiener Sportsman und Luftschiffer W. Silberer in seiner aeronautischen Anstalt mit seinem eigenen Material abhielt, eine genügende Anzahl von Offizieren und Mannschaften der Genie- und Pioniertruppe in der Anfertigung, Instandhaltung und namentlich in der Führung von Ballons ausgebildet hatte, ist das Reichskriegsministerium im Jahre 1893 zu der Formirung einer eigenen Luftschifferstation und -Truppe geschritten.

Der Etat der Abtheilung besteht aus 2 Offizieren, 1 Feuerwerker, 4 Unteroffizieren und 26 Mann.

Die Mannschaften sind zum grössten Theil dem Stande des 3. Festungs-Artillerie-Regiments, theilweise auch der Pioniertruppe entnommen.

Es werden jährlich mehrere Offiziere zu einem Lehrcursus commandirt.

Die neue Anstalt liegt in Wien in der Nähe des Arsenals, sie umfasst einen grösseren Uebungsplatz mit Ballonhalle, Material- und Wagenhäusern. Ein Uebungsmaterial wurde von der preussischen Luftschiffer-Abtheilung bezogen, um nach diesem als Modell dasselbe selbst anzufertigen.

Material und Personal für Mobilmachungs-Formationen sind vorläufig noch nicht vorhanden.

Ueber die Militair-Luftschiffahrt der

Schweiz

siehe diese Zeitschr. Heft V, 1894.

In der Organisation und Ausrüstung der Luftschiffer-Formationen der übrigen Staaten hat sich im Jahre 1893 nichts wesentlich verändert, auch ist über besondere Fortschritte, Versuche und Uebungen nichts bekannt geworden. (Nach Gross in v. Löbell's Jahresberichten 1893.)

Die Hub- oder Ballastschraube. Bis die lenkbaren Ballons eine praktisch verwerthbarere Vollkommenheit als dermalen erreicht haben werden, wird es gewiss von Nutzen sein, wenn man bestrebt ist, die gegenwärtig in allgemeiner Benutzung befindlichen Aerostaten so einzurichten, dass auch mit diesen wenigstens eine theilweise Lenkbarkeit zu erzielen ist. Die genaue Kenntniss der Luftströmungen in den verschiedenen Höhenregionen vorausgesetzt, würde es genügen, dem Ballon einen Antrieb zum Aufsteigen und Niedersinken mit ausreichender Kraft geben zu können, um die nach dem vorgesetzten Ziele strömende Luftschicht und mit ihm das Ziel selbst zu erreichen.

Gegenwärtig kann die Erreichung solcher dem Zwecke der Ballonfahrt nützlichen Luftströmungen nur durch Aufopferung von Ballast oder Gas mühselig und doch nicht mit voller Gewissheit erreicht werden. Anders ist es aber, wenn man die von M. M. Lhoste und Mangot construirte Hub- oder Ballastschraube (l' hélicelest), welche neuestens von Langlay wesentlich verbessert wurde, in Anwendung bringt. Die Anwendung dieser höchst einfachen Maschine, welche unter der Gondel angebracht ist und mit der Hand bewegt wird, gibt dem Ballon eine künstliche Steigkraft, mit welcher derselbe 100 Meter in der Minute gehoben werden kann; und um zu landen, hat man nicht mehr nöthig, das Ventil zu ziehen, es genügt die Schraube stillstehend zu machen oder sie entgegengesetzt wirken zu lassen.

M. Maurice Mallet, bekannt durch seine 86stündige Luftfahrt von Paris nach Wahlen, wird in der nächsten Zeit eine Tour durch Frankreich ausführen. Diese Expedition wird zu verschiedenen Landungen Veranlassung geben und dazu anspornen, dieses neue System durch Anwendung mächtigerer mechanischer Mittel bestens auszubilden. (Nach L' Illustration. 1. September 1894.)

P.

Ueber den Blitzschlag in den Fessel-Ballon zu Aldershot am 5 September d. J. entnehmen wir den Tageszeitungen folgende Details:

Ungefähr um 4 Uhr Nachm. sollte ein neuer militairischer Ballon von der Herzo in von Connaught, deren Namen er führen wird, getauft werden. Der Ballon soll der grösste sein, der bisher hier für militairische Zwecke construirt worden ist. Bereits am Morgen hatte man ihn mit Gas gefüllt, und er harrte nun, festlich decorirt, der kommenden Feier. In dem Momente, als der Herzog und die Herzogin mit anderen hohen Gästen den Platz betraten, liess man einen anderen, kleinen gefesselten Ballon von 4700 Cubikfuss Rauminhalt, Namens „Flo", mit einer königlichen Standarte als Salut aufsteigen. Der „Flo" war mittels eines Drathseils an einer Winde befestigt, und drei Soldaten drehten die Winde mit Hilfe von metallischen Handhaben.

Inzwischen hatten sich drohende Wolken zusammengezogen, und da es heftig zu regnen begann, traten die hohen Herrschaften unter einen auf dem Platze errichteten Schuppen. Der „Flo" befand sich in einer Höhe von 200 Fuss, und die drei Mann an der Winde begannen eben dieselbe wieder einzuziehen, als man plötzlich einen Blitzstrahl in diesen Ballon einschlagen sah. Der untere Theil erschien einen Augenblick wie von einer blauen Flamme umgeben, gleich darauf explodirte das Gas mit donnerartigem Knall, und der Ballon mitsammt dem stark belasteten Korb fiel unter dem rollenden Donner, welcher dem Blitzschlag folgte, mit ungeheurer Schnelligkeit zur Erde. In demselben Augenblick stürzten auch die drei Soldaten, welche die Winde gehalten, mit lautem Aufschrei und unter Convulsionen zu Boden. Ein Blitzstrahl war an dem Drathseil wie an einem Blitzableiter entlang geglitten und hatte die Unglücklichen mit voller Gewalt getroffen. Die entsetzten Zuschauer stürzten sofort herbei, ihnen voran der Herzog und die

Herzogin, Oberst Templer und die übrigen Officiere. Der Herzog warf seinen Mantel über die brennenden und auf der Erde sich umherwälzenden drei Soldaten und erstickte so die Flammen. Die Aermsten hatten, wie sich herausstellte, äusserst schwere Verletzungen erlitten und erduldeten grässliche Qualen. Alle waren mehr oder minder am ganzen Körper gelähmt. Man brachte sie auf Bahren in das Krankenhaus, wo sie nach den letzten Nachrichten, wenn auch nicht ganz hoffnungslos, so doch in äusserst kritischem Zustande und unter qualvollen Schmerzen und Lähmungserscheinungen darniederliegen.

Ein Glück bei dem Unglück war es noch, dass Niemand von dem niederfallenden, brennenden Ballon und dem mit Ballast beschwerten Korbe getroffen wurde. Der ganze obere Theil des „Flo" ist verbrannt und der werthvolle Ballon so gut wie vernichtet. Um Haares Breite einem grässlichen Tode entgangen ist ferner der Lieutenant Blankeney. Derselbe war entschlossen, mit dem „Flo" aufzusteigen, und hatte schon, zur Abfahrt bereit, im Korbe Platz genommen, als plötzlich aufspringende heftige Windstösse ihn veranlassten, die Reise aufzugeben. Wäre er aufgestiegen, so wäre er entweder vom Blitz erschlagen, oder bei dem Falle zerschmettert worden.

Die hohen Gäste verliessen gleich nach dem traurigen Vorfall den Festplatz, und von der geplanten Tauffeierlichkeit sah man für diesen Tag ab.

Litterarische Besprechungen.

Professor Wellner, Ueber Luftschrauben. Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins. 1894. No. 33 und 34.

Dieser Aufsatz wird allen denen, welche mit Hülfe von Luftschrauben flugtechnische Effecte zu erzielen bemüht sind, sehr willkommen sein. Wellner hat durch elektrischen und durch Gasmaschinen-Betrieb Schrauben von verschiedenen Formen in Umdrehung versetzt und durch direkte Messungen Tabellen über alle beim Schraubenbetrieb wissenswerthen Grössen aufgestellt. Die Schrauben sind aus Metall hergestellt, haben bis über einen Meter Durchmesser und machten pro Minute bis über 1000 Touren, sodass sich die erzielten Effecte in verhältnissmässig grossen Zahlen bewegen und daher grösseren Anspruch auf Genauigkeit machen können.

Als Endergebniss bemerkt Wellner: Die absolute Grösse der Flächen erscheint für die Wirkung je einer Flächeneinheit ohne Belang; die Anzahl der Flügel übt einen merklichen Einfluss aus. 2 Flügel rufen einen relativ grösseren Effect hervor als 4 oder 6 Flügel, weil in Folge der wachgerufenen Luftströmungen viele Flächen sich untereinander stören. Der günstigste Fall entsteht, wenn nur zwei möglichst schmale Flächen im Flügelrade vorhanden sind. Die Umfangsform der Flächen scheint nur geringe Wichtigkeit zu besitzen, doch dürfte eine convexe Vorderkante ein leichteres Durchschneiden der Luft bezwecken. Hinsichtlich der Flächenneigung erhöht ein grösserer Winkel naturgemäss die geweckte Axialkraft, da sich dabei jedoch auch der Stirnwiderstand in der Bewegungsrichtung und hierdurch die erforderliche Arbeitsleistung vergrössert, zeigen sich kleinere Elevationswinkel (6°—15°) als besser. Die Vortheile einer sanften Wölbung der Flächen sind deut-

lich erkennbar. Auch eine gewölbte Fläche, welche gar keine Neigung besitzt, verursacht noch eine geringe Axialkraft. Die Verwendung sanft gewölbter Flächen (mit einer Wölbungstiefe von etwa 1 : 12 bis 1 : 20 ihrer Sehnenlänge) ist jedenfalls nutzbringend und empfehlenswerth.

H. F. Wiebe, Tafeln über die Spannkraft des Wasserdampfes zwischen 76 und 101.5 Grad. Braunschweig, Fr. Vieweg u. Sohn. VII u. 30 S. 8°.

Eigene Beobachtungen und die Kritik Wild's an den Regnault'schen Untersuchungen über die Spannkräfte des Wasserdampfes, auf welchen alle bisherigen Spannungstabellen beruhen, veranlassten Herrn Wiebe, die Untersuchungen unter Beachtung der grossen Fortschritte in der Thermometrie wieder aufzunehmen. Die dabei angewandte Methode ist bereits in der Zeitschrift für Instrumentenkunde, 1893, beschrieben, während die ausführliche Mittheilung aller Versuchsdaten demnächst in einer besonderen Publication erfolgen soll.

Auf Grund der Ergebnisse dieser neuen Untersuchung sind nun, unter Anlehnung an die rechnerisch durchaus vollkommene Broch - Regnault'schen Tafel, die hier vorliegenden verbesserten und wesentlich genaueren Tabellen construirt worden. Die in denselben angegebenen Temperaturen beziehen sich auf das Luftthermometer, das bei den hier vorkommenden Wärmegraden mit dem Wasserstoffthermometer übereinstimmt, die Drucke sind durch Quecksilbersäulen bei 0° und der Dichte 13.59593 im Meeresniveau unter 45° Breite dargestellt.

Tafel I giebt für jedes Hundertel des Grades den der Siedetemperatur des Wassers (von 76° bis 101°.5) entsprechenden Barometerstand in Hunderteln des Millimeters, dient also vornehmlich zu hypsometrischen Bestimmungen in weitestem Umfange; Tafel II giebt für jedes Zehntel des Millimeters die dem Barometerstande (von 680 bis 800 mm) entsprechende Siedetemperatur des Wassers bis zur 4. Decimalstelle, dient also besonders zu Arbeiten im chemischen und physikalischen Laboratorium.

Aus Tafel I mögen einige Werthe hier Platz finden.

Siedetemperatur	80°		90°		100°	
+	Barometerstand: mm					
0°	355.41		525.95		760.00	
		14.64		20.27		27.58
1	370.05		546.22		787.58	
		15.14		20.92		
2	385.19		567.14			
		15.65		21.59		
3	400.84		588.73			
		16.18		22.27		
4	417.02		611.00			
		16.72		22.97		
5	433.74		633.97			
		17.27		23.69		
6	451.01		657.66			
		17.84		24.43		
7	468.85		682.09			
		18.42		25.18		
8	487.27		707.27			
		19.03		25.97		
9	506.30		733.21			
		19.65		26.76		

Kr.

Die erste Fahrt des „Humboldt".*)

1. Vorbereitungen und allgemeine Fahrtbeschreibung.

Von Premierlieutenant **Gross.**

Während in der zweiten Hälfte des Jahres 1892 an den einzelnen Theilen des Ballons in Hannover, Sagan und Berlin emsig gearbeitet wurde, um mit den Auffahrten mit Anbruch des neuen Jahres beginnen zu können, wurden in Berlin durch Professor Assmann und mich alle Vorbereitungen für die Aufbewahrung, Füllung und die Fahrten des Ballons getroffen.

Als Platz für die Füllungen und Aufstiege kamen zwei Grundstücke in Auswahl: es war dies unser alter Ballon-Platz an der Charlottenburger Gasanstalt, der uns von den Söhnen des leider inzwischen verstorbenen Geheimen Regierungsraths Werner v. Siemens bereitwilligst auch weiterhin zur Verfügung gestellt wurde, und ferner ein Grundstück der Direction der Berliner Stadt- und Ringbahn gehörig, dicht an der Englischen Gasanstalt zu Schöneberg. Nachdem Verhandlungen wegen Ueberlassung des letztgenannten Grundstücks an unausführbaren Forderungen gescheitert waren, entschieden wir uns für Beibehaltung unseres alten Ballonplatzes in Charlottenburg, obgleich das Gas der Schöneberger Gasanstalt ein geringeres specifisches Gewicht besitzt als das Charlottenburger, ein Factor, welcher eine um so grössere Rolle für uns spielte, als die Aussichten, ein besonders leichtes Ballon-Gas präpariren zu können, immer geringere geworden waren.

Wir beabsichtigten ursprünglich, um mit dem Ballon Höhen bis zu 8000 m erreichen zu können, nach Analogie des Verfahrens des englischen Luftschiffers Green das Leuchtgas zu dekarburiren d. h. seiner schweren Bestandtheile zu berauben. Einer unserer ersten Gas-Techniker, Professor Bunte in Karlsruhe nahm sich dieser Frage mit dankenswerthem Eifer an und arbeitete ein Project eines Dekarburirung-Ofens aus, mit Hülfe dessen ohne grosse Kosten und Schwierigkeiten ein Gas von 0,2 specifischem Gewicht sollte hergestellt werden können. Der Magistrat von Charlottenburg hatte uns in entgegenkommendster Weise für diesen Zweck einen ausser Dienst gestellten Gasbehälter der Städtischen Gasanstalt zur Verfügung gestellt. So schien diese wichtige Frage der Bereitung eines leichten Gases glücklich gelöst. Indessen stellte es sich sehr bald heraus, als wir bei der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Actiengesellschaft dieses Project

---

*) Fortsetzung von: Neue Untersuchungen über die physikalischen Verhältnisse der Atmosphäre mittelst Ballons. Herausgegeben von **Richard Assmann.**

des Bunte'schen Ofens detaillirt bearbeiten und einen Kosten-Anschlag anfertigen liessen, dass dieser Ofen eine recht complicirte umfangreiche und nicht ungefährliche Fabrik-Anlage zu werden versprach, deren Baukosten 9000 Mk. betragen sollten und deren Bedienung und Instandhaltung dauernd mehrere speciell geübte Leute beansprucht hätte. Wir sahen uns aus diesem Grunde leider genöthigt, von diesem sonst so verlockenden Projecte Abstand zu nehmen, und beschlossen für besondere Hochfahrten eine Erleichterung des Gases durch Beimischung reinen Wasserstoffes zu erreichen. Verhandlungen mit der bekannten Gasfirma Pintsch zu Berlin wegen Erbauung eines eigenen Wasserstoffgas-Entwicklers scheiterten an den hohen Kosten der Gasbereitung auf nassem Wege (Zink- oder Eisenspähne mit verdünnter Schwefelsäure), auch lag die Gefahr bei diesem Verfahren nahe, dass der Ballon durch mitgerissene Säurereste angegriffen, oder auch die Korbinsassen durch Arsen-Wasserstoff vergiftet werden könnten, wenn nicht eine ganz gründliche Reinigung des Gases, welche viel Zeit, Mühe und Kosten verursacht, vorgenommen werden konnte.

Schliesslich wurde die Gasfrage durch das Entgegenkommen des Kriegs-Ministeriums und der Militair-Luftschiffer-Abtheilung zu aller Zufriedenheit dadurch gelöst, dass letztere reines Wasserstoffgas zu theilweisen Füllungen unseres Ballons zum Selbstkostenpreise herzugeben angewiesen wurde und sich hierzu bereit erklärte.

Eine weitere nicht minder wichtige Frage war die der Beschaffung eines geeigneten Unterkunft-Raumes für unser Ballonmaterial nebst allem Zubehör an der Füllstelle. Auch hier half uns in entgegenkommendster Weise das Kriegs-Ministerium, welches uns eine gerade disponible ältere Militair-Baracke von 20 m Länge und 9 m Breite zur Verfügung überliess. Wir kauften diese Barracke, liessen dieselbe wieder gebrauchsfähig und für unsere Zwecke geeignet machen und umbauen. Nachdem unsere schöne grosse Ballonhalle, welche uns Herr W. v. Siemens seiner Zeit erbaut hatte, gefallen war, da der Platz, auf dem sie stand, und von dem aus wir die ersten wissenschaftlichen Ballonfahrten mit dem „M. W." und dem „Meteor" unternommen hatten, durch den Neubau der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt beansprucht wurde, schlugen wir diese neue Baracke in unmittelbarer Nähe auf und verlegten unsere Füll- und Aufstiegstelle, die allerdings stark eingeengt wurde, dorthin.

In dieser Baracke richteten wir ein Zimmer für den aus Hamburg engagirten aëronautischen Assistenten Schrader ein, welches gleichzeitig zur Unterbringung der kostbaren Instrumente diente.

Vom 1. Februar ab wurde ich selbst durch Allerhöchste Kabinetsordre auf 6 Monate zur Ausführung der wissenschaftlicher Ballonfahrten vom Regiment abcommandirt und konnte mich nunmehr ausschliesslich diesem Unternehmen widmen. Ich reiste in den ersten Tagen des Februar nach Hannover, nahm dort die fertige Ballonhülle in Empfang und hatte gegen Ende des Monats

noch den stattlichen Ballon mit allen seinen einzelnen Theilen und Zubehörstücken fertig montirt. Am 25. Februar konnte ich melden, dass der Ballon zur Fahrt klar liege; auch das Instrumentarium war fertig und stand wohl geprüft zur Benutzung bereit.

Die auf den 26. Februar angesetzte erste Fahrt des mit dem Namen „Humboldt" getauften Ballons wurde mit Freuden auf den 1. März verschoben, nachdem uns auf unsere Meldung von dem Geheimen Civilkabinet mitgetheilt worden war, dass Sr. Majestät der Kaiser einer Auffahrt am 1. März höchstselbst beizuwohnen geruhen wolle. Wir benutzten die erübrigte Zeit, um die Spitzen der Militair- und Civilbehörden, sowie die Vertreter der Wissenschaft und sonstige Gönner unseres Unternehmens zu dem ersten Aufstiege einzuladen und dem Platze eine für eine so illustre Gesellschaft würdige Ausstattung zu verleihen. Am Tage vor dem Aufstiege wurde uns das Erscheinen der allerhöchsten Herrschaften sicher zugesagt und die Abfahrt des Ballons auf $10^1/_2$ Uhr Vormittags bestimmt. So wurde denn der 1. März für den Deutschen Verein zur Förderung der Luftschiffahrt und für uns, die wir es übernommen haben, im Dienste der Wissenschaft in das zu erforschende Element selbst energisch einzudringen, ein Ehrentag allererster Ordnung. Was wir nur im Stillen zu hoffen gewagt hatten, dass Sr. Majestät, dessen Gnade dieses werthvolle Unternehmen zu danken ist, dem ersten Aufstiege höchstselbst beiwohnen würde, es ist zur Wirklichkeit geworden. Dieser erneute allerhöchste Gnadenbeweis wird uns dauernd den Impuls verleihen, bei der Durchführung unseres mühevollen und gefahrreichen Unternehmens alle Kräfte einzusetzen, um uns des Allerhöchsten Vertrauens werth zu zeigen. —

Am Nachmittage des 28. Februar wurde der Ballon zur Füllung ausgelegt, die Füllung selbst, welche 4 Stunden voraussichtlich in Anspruch nehmen musste, wurde auf 5 Uhr Morgens des folgenden Tages festgesetzt. In der Nacht trat schlechtes Wetter ein, ein sehr starker Nordwind brachte Regen, sodass ich fürchtete, die Fahrt aufgeben zu müssen. Indessen flaute der Wind gegen Morgen ab, drehte nach Süd herum und verscheuchte die Regenwolken, sodass die Füllung zur befohlenen Stunde beginnen konnte. Um 9 Uhr Morgens stand der Ballon straff gefüllt und fertig montirt bereit, wir begannen ihn mit den zahlreichen Instrumenten und sonstigem Zubehör auszurüsten.

Ausser den eigentlichen wissenschaftlichen Instrumenten, über welche besonders berichtet werden soll, führten wir folgende Apparate mit uns: Eine Auschütz'sche Moment-Camera, an einer Korbleine in einer Klemme mit Kugelgelenk aufgehängt und mit Gelb-Scheiben-Blendung versehen zur Aufnahme von Wolkengebilden, einen Peil-Kompass und ein Doppelfernrohr. Die Generalstabskarte im Maassstabe 1 : 100000 vervollständigte die instrumentelle und aëronautische Ausrüstung. Pelze und Pelzstiefel zum Schutz gegen die Kälte in den höheren Luftschichten, sowie Wein und

Fleisch für 24 Stunden wurden im Sitzkasten des Korbes untergebracht, auch wurde ein grosser weichgepolsteter Koffer aussen am Korbe angehängt, um vor der Landung die Instrumente schnell und sicher verpacken zu können.

Als um 10 Uhr Ihre Majestät die Kaiserin mit den drei ältesten Königlichen Prinzen und bald darauf Sr. Majestät auf dem Platze erschienen, stand der „Humboldt“ zur Auffahrt bereit, nur noch von wenigen Menschenhänden mit Mühe gehalten. Der Kaiser liess sich die beiden Mitfahrenden Professor Dr. Assmann und Dr. Kremser vom Kgl. Meteorologischen Institut vorstellen, nahm meine Meldung entgegen und liess sich die einzelnen Theile des Ballons sowie auch die instrumentelle Ausrüstung auf das eingehendste erklären, während die Prinzen Pilot-Ballons steigen liessen. Um 10^{24} Uhr erhob sich der „Humboldt“ von der Sonne bestrahlt mit kräftigem Auftriebe und entschwand bald, die Cumulus-Wolken durchbrechend, den Augen der nachblickenden hohen Herrschaften, die ihn mit einem grossen Fernrohre verfolgten. Während meine beiden Begleiter ihre Instrumente in Gang brachten, legte ich den Weg des Ballons auf der Generalstabskarte fest, so lange ich noch die Erde unter mir durch die Wolkenlücken erblicken konnte; ich constatirte rein nördlichen Curs, bald darauf schlossen sich die Wolken immer enger zusammen und nahmen uns den Blick auf die Erde. Nach einstündiger Fahrt lichteten sich die Wolken unter uns mehr und mehr, sie verschwanden schliesslich ganz am nordwestlichen Horizonte, als wir höher ansteigend unsern Curs immer mehr nach NO und schliesslich nach O änderten. Es gelang uns bald die Orientirung wieder zu gewinnen, nachdem wir das Städtchen Liebenwalde am Einfluss des Finow-Kanals in die Havel erkannt hatten.

Nach einiger Zeit hielten wir Kriegsrath, wie wir die weitere Fahrt gestalten wollten; der Ballon war noch kaum 2000 m hoch, am Horizonte erschien bereits wie ein Silberfaden glänzend die Ostsee, es galt also handeln, wenn wir die Kraft des Ballons ausnutzen wollten. Wir beschlossen so hoch zu steigen, als uns dies der Ballast-Vorrath gestatten würde. Sack für Sack wanderte zur Erde hinab, in wellenförmigen Sprüngen stieg der Humboldt auf über 4000 m Höhe. Wir begannen an den Beinen zu frieren — das Thermometer zeigte — 18° — und mussten die Pelzstiefel anziehen, während alle Theile unseres Körpers, die von den Sonnenstrahlen getroffen wurden, behaglich warm blieben. Es war dies auch erklärlich, zeigte doch das Schwarzkugelthermometer selbst in der grössten Höhe mehr als + 10° C. Wir brauchten die Nähe der Ostsee nicht mehr zu fürchten, nachdem wir in 4000 m Höhe reinen Westwind angetroffen hatten, der uns südlich von Stettin über die Oder nach Hinterpommern hineintrieb. Ein wunderbar schöner Anblick wurde uns in 4300 m Höhe schwebend zu Theil. Vor uns im Norden lag das Stettiner Haff, darüber hin die Inseln Usedom und Wollin, Swinewünde mit seinem Leuchtthurm wie ein Stecknadelknopf nur gross, da-

hinter die Ostsee bis Colberg hinauf noch vom Eise starrend. Auf der weit über ihre Ufer getretene Oder zogen Segelschiffe wie kleine Schwäne dahin. Jenseits erglänzten die grossen Pommerschen Seen insbesondere der Madue-See.

Von 3 Uhr ab konnte ich die Neigung des Ballons zum Fallen nicht mehr hindern, da ich nur noch 3 Sack Ballast besass, mit denen ich den Fall aus dieser beträchtlichen Höhe pariren musste. Wie ein landender Vogel schwebte der Humboldt gravitätisch, etwa 100 m in der Minute nur fallend, zur Erde hernieder. Die Instrumente wurden nun verpackt, Ankertau und Schleppgurt waren bereits vorher herabgelassen. Ich hatte mir absichtlich kein Landungsterrain ausgesucht, da mir viel daran lag, die Wirkung meines Schleppgurtes zu erproben. Es gelang mir in ca. 100 m Höhe den Ballon so in das Gleichgewicht zu bringen, dass er nun sein Schleppseil nach sich schleifend über der Erde dahinglitt, ohne sie zu berühren. So fuhren wir weiter über die Aecker, über einen Wald und ein Dorf, auf dessen Dächern der Schleppgurt eine eigenthümliche Musik verursachte; mit lautem Geschrei folgten uns die Menschen und jagten die Hunde hinter uns her. Nachdem ich mich von der Vorzüglichkeit der Wirkung des Schleppgurtes überzeugt hatte, beschloss ich die Landung dicht an einem kleinen Schlosse, welches in einem Parke liegend einladend erschien. Unmittelbar hinter dem parkartigen Walde angekommen liess ich den Anker gleiten und öffnete das grosse Landungs-Ventil. Der Anker fasste in dem weichen Ackerboden, der Korb setzte auf und schlug um, der Ballon war gefesselt. Leider trat jetzt ein ganz unvorhergesehener Unglücksfall ein. Als nämlich der Korb umkippte, nachdem der Ballon keine Tragkraft mehr besass und vom Winde etwas geschleudert wurde, brach sich Professor Assmann das rechte Bein dicht über dem Knöchel durch. Ob der Korb auf das vielleicht herausgestreckte Bein geschlagen, oder ob einer von uns anderen auf das Bein gefallen war, ich weiss es nicht zu sagen, an der traurigen Thatsache war nichts zu ändern. Wir schafften den Professor, der übrigens nicht einmal klagte, aus dem Korbe und betteten ihn zunächst auf die Pelze, die wir auf dem Acker ausbreiteten, bis ihn Dr. Kremser nach dem nahen Schlosse Wussow des Herrn v. Dewitz transportiren konnte. Ich selbst verpackte inzwischen den Ballon und als ich dann auf dem Gute erschien, war bereits das Bein des Professors eingegypst. Es war ein tragisches Geschick, dass gerade die erste Fahrt, die unter so glänzenden Umständen begonnen war, gleich mit einem Unglücksfall enden musste. Indessen das Unternehmen durfte hierunter nicht leiden, und bald schlossen sich auch die weiteren Fahrten an.

Der „Humboldt“ hatte sich bei seiner Probefahrt gut bewährt, seine Gasdichtigkeit war vorzüglich, sein todtes Gewicht verhältnissmässig gering. Er konnte mit Charlottenburger Leuchtgas gefüllt 3 Personen mit allem Zubehör und Instrumenten pp. bequem auf fast 5000 m und wie wir weiter sehen werden 2 Personen auf über 6000 m heben. Für grössere Hoch-

fahrten wird eine Erleichterung des Gases durch Mischung mit Wasserstoffgas erfolgen müssen. Wie jedes grosse Fahrzeug parirt auch der „Humboldt" nur langsam und auf grobe Hülfen, ich habe fast stets 20 Kgr. Ballast werfen müssen, um ihn zum Steigen zu zwingen. Das untere Ventil, welches das Eindringen von Luft in den Ballon beim Fallen verhindern soll, habe ich bei dieser ersten Fahrt nicht genügend erproben können, da einmal, wie aus der graphischen Darstellung ersichtlich ist, der Ballon überhaupt nur geringe Bewegungen nach unten gemacht hat, dann aber auch, weil meine beiden Begleiter dieses Ventil mit einer Art Argwohn betrachteten, sobald ich es einmal schloss, um zu sehen, ob Spannung in dem Ballon vorhanden sei. Bei den späteren Fahrten hat es sich recht gut bewährt. Das grosse Landungsventil functionirte ausgezeichnet, der Ballon entleerte sich sehr schnell und bequem durch dasselbe. Das Manövrir-Ventil ist bei dieser Fahrt gar nicht zur Anwendung gekommen. Viel Mühe und Arbeit machte das Herablassen des Ankertaues und des Schleppgurtes trotz der Bremse, welche gut functionirte.

Weitere Folgerungen aus den Wägeerscheinungen der schwirrenden Fliege[1]).

Von Dr. Emil Jacob.

Wenn eine im Glase sitzend mitgewogene Fliege beim Aufschwirren das Gewicht von Glas + Luft + Fliege (des Systems) nicht alterirt, so geht daraus hervor, dass der Luft keine fortschreitende Bewegung ertheilt wird, keine Bewegung, welche die Luft von der Fliege dauernd fortstösst in einem gleichmässigen oder intermittirenden Strome, sondern dass dieselbe eine Schwingung ausführen muss d. h. also eine hin- und hergehende Bewegung annimmt.

Denn, würde die die Luft eine fortschreitende Bewegung annehmen, wäre pro Secunde m die Masse, v die mittlere Geschwindigkeit dieses Luftstroms, so entspräche dies einer sekundlichen Bewegungsgrösse mv des abwärts getriebenen Luftstroms und ebenso gross müsste die Wirkung auf die Fliege aufwärts sein[2]).

---

[1]) Siehe die Abhandlung im Maiheft d. l. Jahrg. dies. Zeitschr.

[2]) Kräfte haben bekanntlich das Maass $\frac{ml}{t^2}$, was man auch $\frac{m\frac{l}{t}}{t}$ schreiben kann $= \frac{mv}{t}$, wo m Masse, l Länge, t Zeit, $v = \frac{l}{t}$ Geschwindigkeit bedeutet. Betrachtet man die Kraftwirkungen während gleicher Zeiten, handelt es sich bloss um die verhältnissmässige Wirkung während gleicher Zeiten, so kann t ausfallen und es ergiebt sich der bekannte Satz: Gleiche Kräfte erzeugen in gleichen Zeiten gleiche Bewegungsgrössen. In diesem Falle genügt also für die Beurtheilung der Kraftgrösse die Kenntniss der Bewegungsgrösse mv.

Ferner müsste dieses mv beim reinen Schweben der Wirkung der Schwere auf die Fliege gleich sein d. h. $= m_1 v_1$ sein, wobei

m_1 = das Gewicht der Fliege,

v_1 = die sekundliche Beschleunigung der Schwere (981 cm)

bedeutet.

Diese einfache und klare Sachlage gestattet eine Berechnung der mittleren Geschwindigkeit des erzeugten Luftstroms und der sekundlichen Arbeitsgrösse, wenn man den Querschnitt des Luftstroms kennt. Dieser wäre aber offenbar gleich der Flügeloberfläche zu nehmen, da es sich bloss um den Querschnitt an der Stelle handelt, wo die niedergetriebene Luft die Flügel eben verlässt.

Wie gesagt findet aber der Vorgang nicht in dieser Weise statt: Das Wägeexperiment widerlegt die Annahme des Statthabens dieses Vorganges und zeigt, dass ein solcher Niedertrieb der Luft nicht stattfindet.

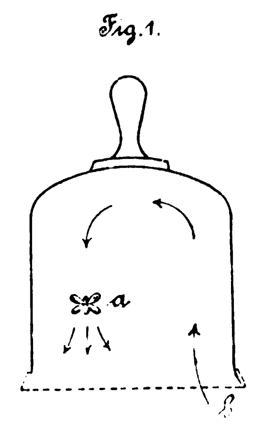
Ferner wäre die Arbeitsleistung auch nur unter weiteren idealen Annahmen zu berechnen d. h. man kann nur ein Arbeitsminimum berechnen, welches eine theoretisch vollkommen organisirte Fliege leisten müsste — eine Fliege, welche beim Heben der Flügel keinen Luftwiderstand findet und dazu keine Zeit braucht, welche ferner die Flügelflächen wagerecht ausgebreitet senkrecht niederschlägt — alles Annahmen, welche in der Wirklichkeit nicht stattfinden können, so dass die von einer physischen Fliege wirklich zu leistende Arbeit ausserordentlich grösser, mindestens 2—3 mal so gross sein müsste, als obige ideale Rechnung ergiebt, besonders deshalb weil die Fliege nicht bloss unnütze, sondern auch direkt schädliche Arbeit leisten müsste.

Ich habe trotzdem die Rechnung für solchen idealen Flug einer Fliege von 0,1 Gramm Gewicht, 0,5 □cm Flügelfläche unter obigen Annahmen ausgeführt und gefunden, dass der Luftstrom die mittlere Geschwindigkeit von 388 Centimeter haben würde und dass eine Schwebearbeit von 19028 Ergs pro Sekunde zu leisten wäre, während ein Pferd pro 0,1 Gramm seines Gewichts nur 1491 Ergs wirklich leistet — ein Pferd zu 500 Kilogramm und 75 Kilogrammeter Leistung angenommen.

Dies wäre also für eine Idealfliege schon das 12,8 fache und für eine wirkliche wohl das 25—50 fache.

Ich führe diese Rechnung nur nebenbei an, lege auf dieses Resultat, welches zwar auch den Fortstoss der Luft in fortschreitender Bewegung wenig wahrscheinlich macht, kein grosses Gewicht. Es genügt vielmehr völlig den Vorgang an der Wage in eingehende Betrachtung zu ziehen, um bestimmt zu wissen, dass die Bewegungsform der Luft nur diejenige einer stehenden Wellenbewegung sein kann.

Würde eine fortschreitende Bewegung eintreten, so würde z. B. beim Aufschwirren in der Glocke eine Luftbewegung nach beistehender Skizze (Fig. 1) eintreten.



Die Fliege *a* würde nicht mehr von der Glocke selbst, sondern von der Reaction des Niedertriebs der Luft getragen.

Die Luftverdünnung oberhalb der Fliege würde nach oben und unten gleiche Bewegungsgrössen erzeugen, und weil der Vorgang ein innerer ist, keinen Einfluss auf die Gesammtbewegung des Systems haben.

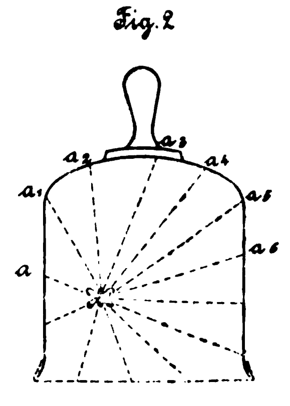
Die Luftcompression unter der Fliege stiesse Luft nach aussen, deren Bewegungsgrösse nach unten dem System verloren ginge. Ebenso würde die bei *b* einströmende Luft Bewegung nach oben bringen, gleichbedeutend mit Verlust nach unten. Beide Wirkungen der ein- und ausströmenden Luft verstärken sich also, so paradox dies zuerst aussieht und bringen eine Erleichterung des Systems hervor.

Eine eingehende Betrachtung führt also zum Schlusse, dass das constante Gewicht eines solchen Systems nur gewahrt werden kann, wenn ein v ö l l i g i n n e r e r Vorgang stattfindet. Strömen aber Theile des Systems aus und ein, so muss das Gewicht eine Veränderung d. h. in unserem Falle eine Verkleinerung erfahren.

Damit also das Gleichgewicht so constant ist, wie es sich bei der in der Glocke schwirrenden Fliege thatsächlich experimentell ergab, ist Ruhe der Luft nöthig oder wenn Bewegung statt hat, nur eine schwingende — also hin- und hergehende — zulässig.

Diese Folgerung scheint mir sehr wichtig, denn sie führt zu weiteren wichtigen Schlüssen.

Es ergiebt sich nämlich aus diesen Betrachtungen, dass die vom Fliegenkörper nach oben ausgehenden Luftschwingungen, deren Richtungen durch einige Strahlen *a* a_1 etc. angedeutet sind, (Fig. 2) der Luft Eigenschaften ertheilen, welche sie für gewöhnlich nicht hat, nämlich: e i n e C o h ä r e n z a l s o b d i e S t r a h l e n *a* a_1 e t c. F ä d e n w ä r e n, a n d e n e n d i e F l i e g e a u f g e h ä n g t i s t; so dass das Fliegengewicht sich auf das Glas überträgt und die Fliege obgleich schwebend mitgewogen wird.



Man wird dagegen einwenden, dass auch Schwingungen nach unten in die freie Luft gehen, welche doch auch tragen und das System erleichtern müssten — weil nach aussen wirkend. Man

wird besonders einwenden können, dass wenn statt in einem glockenartigen Gefässe in einem becherartigen d. h. oben statt unten offenen Gefässe experimentirt wird, die nach oben gehenden Strahlen dem System einen Gewichtsverlust bringen müssten, was den Thatsachen widerspricht.

Ich habe mir diese Einwände natürlich selbst gemacht und reiflich erwogen. Darnach glaube ich sie aber nicht als sichhaltig anerkennen zu müssen. Ich werde nur zu folgenden weiteren Annahmen gedrängt.

Die von der Fliege ausgehenden Wellen werden von nahen Wänden leichter reflectirt und können sich leichter zu stehenden Wellen anordnen, also zu solchen, welche einer geringeren Energiemenge zu ihrer Unterhaltung bedürfen, als dies von entfernteren Wänden resp. ohne Wände möglich ist. Die Fliege fühlt diesen Einfluss der Nachbarschaft und macht ihn sich dienstbar. Sie arbeitet auch nicht gerne mehr als nöthig.

Wo es nicht anders geht, muss sie mehr arbeiten z. B. in einem verticalen Lampencylinder oder Becher ohne Boden. Wenn man das Wägeexperiment in einem solchen Gefäss ohne Boden und Deckel macht, so gehen die tragenden Strahlen meist in die äussere Luft, welche weil nicht umrahmt und in enge Wände eingeschlossen, keinen völligen Halt gewähren kann wie das geschlossene Glas, sondern bloss einen gemäss der grösseren Luftmasse vergrösserten. Weil auch die reagirende Luftmasse nicht ∞, kann v nicht $= 0$ werden (denn mv ist constant). Es muss also dann eine Bewegung der Luft eintreten. Der Vorgang hört auf ein bloss innerer zu sein.

Der Versuch an der Wage bestätigt völlig diese Erwartungen. Lässt man also eine Fliege in einem an der Wage hängenden Gefässe aufschwirren, so bleibt das Gewicht bloss constant, wenn entweder der Deckel oder der Boden geschlossen ist. Sind beide offen d. h. bloss mit Gaze überbunden, so wird beim Aufschwirren das Gleichgewicht thatsächlich gestört d. h. das Gewicht erleichtert.

Ich sagte vorhin, die Fliege fühle, wo sie sich am leichtesten stützen könne, sie fühle also die Nachbarschaft der Wände.

Dieser Schluss aus meinen Experimenten wird von der Beobachtung gestützt, dass Fledermäuse gespannten Fäden im Fluge sicher ausweichen, selbst solchen, welche das Auge kaum entdecken kann. Sie müssen dieselben also an ihren Flugorganen fühlen durch die von diesen Fäden ausgehenden reflectirten Wellen.

Dass die Flugthiere beim Gebrauche ihrer Flugwerkzeuge keine Luftströmung erzeugen — wenigstens nur eine nebensächliche —, kann man auch ohne Wägeexperiment schon leicht so beobachten.

Eine Fliege von 0,1 Gramm Gewicht müsste nach obiger Rechnung die Luft mit einer Geschwindigkeit von 388 Centimeter fortstossen, ein Flugthier von $x$facher linearer Grösse, also x^3fachem Gewicht und x^2facher Oberfläche würde auf eine Luftsäule von x^2fachem Querschnitt reagiren

und die x^3fache Bewegungsgrösse erzeugen müssen. Nehmen wir also das Luftstromgeschwindigkeitsverhältniss, welches solches grössere Flugthier gegenüber der Fliege erzeugen muss, $= v$, so ist die in Bewegung gesetzte Luftmasse $x^2 v$ mal so gross. Ihre Bewegungsgrösse aber muss $x^2 v \cdot v = x^2 v^2$ mal so gross und dies dem x^3fachen Gewicht gleich sein, woraus $v = \sqrt{x}$ folgt, oder mit anderen Worten: Jedes grössere Thier, welches der Fliege im geometrischen Sinne ähnlich ist, aber $x$fache Dimensionen hat, müsste $\sqrt{x}$fache Luftstromgeschwindigkeit erzeugen.

Eine Fliege von Sperlingsgrösse oder — wenn ein Vergleich erlaubt ist — ein Sperling selbst würde also einen Luftstrom von 3—4facher Geschwindigkeit, also 11—15 Meter erzeugen müssen.

Besehen wir uns dagegen einen solchen Sperling oder ein Rothschwänzchen, welches an einer Laube in der Nähe beweglicher Blätter resp. zufällig gerade über einem solchen Blatte sich an einem Platze in der Luft flügelschlagend festhält, so können wir unmittelbar feststellen, dass von solchem Luftstrom nichts zu merken ist, dass also solch heftiger Luftstrom nicht existirt.

Auch noch schwerere Thiere wie Tauben, die aufgescheucht dicht an unserem Körper vorbei vom Boden aus hochfliegen, lassen uns unmittelbar die Beobachtung machen. Sie reagiren nur wenig auf die ihren Körper berührende Luft. Diese Wirkung muss sich also auf grosse Luftmassen resp. die diese Luftmassen begränzenden Wände (Boden) erstrecken, sonst ist das Hochfliegen Zauber — wenigstens nach dem heutigen Standpunkte der Bewegungsgesetze der Mechanik völlig unerklärlich.

Alle diese Beweise halte ich für so deutlich und überzeugend, dass ich damit die alte Theorie vom Luftwiderstand als umgestossen ansehe, in soweit es sich um den Luftwiderstand im gewöhnlichen Sinne handelt. Ein anderer ist aber meines Wissens niemals herangezogen worden. Der gewöhnliche Luftwiderstand ist aber die Trägheit der Lufttheile, welche auf eine Fläche auftreffend ihre Bewegungsgrösse an diese Fläche abgeben und zwar entweder ganz oder theilweise, je nachdem gerade oder schräg auftreffend.

Ob sich hierbei der Flügel gegen die Luft oder umgekehrt bewegt ist gleichgültig, massgebend ist die relative Geschwindigkeit.

Der nunmehr an die Stelle zu setzende Luftwiderstand *ist die Trägheit aller Lufttheile, mit welchen der Flugkörper vermöge eines wellenförmigen Bewegungsvorganges in eine Kraftrelation tritt.* Diese Lufttheile können aber — ja müssen nach logischer Folgerung — nicht allein nahe berührende, sondern auch ferne sein, und es kann wie das Wägeexperiment zeigt diese Kraftrelation sich von der Luft auf feste Körper fortpflanzen, so dass jetzt der Ausdruck „tragende Luftsäulen“ eine Begründung bekommt.

Vom dahinschwebenden Vogel gehen Kraftstrahlen in die Luft und durch die Luft nach der Erde, welche bewirken, dass sowohl die Trägheit der zwischenliegenden Lufttheilchen, wie die Reaction des Bodens (reflectirte Wellen?) den Vogel tragen — letzteres gerade so, als ob sehr elastische Stangen den Vogel von der Erde aus stützten.

Dieser höchst merkwürdige Umstand muss unmittelbar aus dem Wägeexperiment der Fliege, wo ja dasselbe stattfindet, geschlossen werden.

Ich bin überzeugt, dass eine so gewagt scheinende Theorie einen starken Widerspruch finden wird, kann aber aus diesem Grunde allein doch nicht unterlassen, meine Meinung zu sagen. Eine so wunderbare Erscheinung wie das Fliegen erklärt sich eben nicht auf so primitive Art, wie man das bisher meist angenommen hat. Die elektrische Kraft- und Tonübertragung ist auch deshalb nicht unwahr, weil sie wunderbar ist — besonders unfasslich für Neulinge.

Nur logische Gegengründe können das zu wunderbar Scheinende entkräften.

Ich bitte z. B. um eine Erklärung für folgende Erscheinung:

Einem Raubvogel wurden bei heftigem stossweisen Winde die Endspitzen der Flügel nach oben und dann einige Sekunden nach unten gebogen, während er nach Art der Falken wie angenagelt an einer Stelle in der Luft schwebte. Ich sah daran deutlich, dass ein heftiger Windstrom von oben nach unten, natürlich nicht senkrecht sondern schräg von vorn den Vogel traf und dass dieser trotzdem mehrere Sekunden sich eben so fest an der Stelle hielt, als er es vorher bei aufwärts wehendem Winde gethan hatte.

Ist dies nicht ein absoluter Beweis, dass der Wind als solcher nicht direkt die Tragkraft liefert, sondern dass jedenfalls eine Umsetzung seiner kinetischen Energie statthaben muss.

Ob nun diese Umsetzung eine einfache Umsetzung von geradlinig fortschreitender Bewegung in wellenförmige ist — ob beim Vogel einfach an den Rippchen, welche — dem Tförmigen Querschnitt der Seitenstrahlen der Federfahnen entsprechend — diese Federstrahlen nach unten begrenzen, diese tragenden Wellen sich bilden, oder ob hierbei noch ein tieferer Vorgang stattfindet, muss weiter untersucht werden.

Herr Jarorolimek hat im Juniheft dieser Zeitschrift auf eine Abhandlung in der Zeitschrift des Oest. Ing. und Arch. Vereins, 1894, verwiesen, in welcher er berechnet, dass der Luftwiderstand durch fluctuirenden Wind und durch Wellenbildung an den Rippen der Federfahnstrahlen vergrössert werden muss.

Von dessen dortigen Ausführungen unterscheide ich mich wesentlich dadurch, dass ich die Ausstrahlung der Wellenbewegung und Wirkung derselben auf die grosse Luftmasse und

die dieselbe begrenzenden Wände als tragendes und bewegendes Agens aufstelle.

Ich sage bewegendes Agens, weil Herr Jarolimek und Vorgänger immer nur vom Widerstande reden und ein Movens ausser dem Muskel der Thiere nicht annehmen. Dieses Movens ist aber zum Segeln — der schönsten Art des Flugs — absolut nöthig, denn es ist ein Unding, den Luftwiderstand eines Windes, der von *a* nach *b* weht, einen Körper von *b* nach *a* stossen zu lassen. Die Stossenergie thut dies sicher nicht, ohne in andere Form gebracht zu sein — am allerwenigsten ein „Widerstand“, der gar keine Energie hat.

Jedenfalls hatte aber Herr Jarolimek Recht, als er gleich nach Einsicht meiner Mai-Abhandlung den Schluss zog, dass die Wellen eine wichtige Rolle bei der von mir aufgestellten Fernwirkung spielen. Mir ist dies erst später bei erneuter Bearbeitung meiner Wägeexperimente zur Klarheit gekommen.

Ein Widerstand kann einem Thier gestatten, seine Muskelkraft zur Fortbewegung zu benutzen, wie der Reibungswiderstand der Schiene dem Dampfwagen die Benutzung der Maschinenkraft zur Fortbewegung gestattet.

Wenn aber das Flugthier seine Muskel nicht gebraucht und doch gegen den Wind schwebt, so ist dies doch keine Widerstandserscheinung, wenigstens nicht ausschliesslich. Hier ist der Wind zugleich das Movens, indem seine Energie eine Form annimmt, welche an die Stelle der Muskelenergie tritt und den Widerstand w auf die Länge l überwindend die Arbeit $w\ l$ leistet.

Solche Arbeit $w\ l$ kann aber niemals von einem „Widerstand“ geleistet werden. Ein Widerstand kann nur hemmen, nie bewegen. Bewegen kann nur die Energie, wobei allerdings der Widerstand ein helfender Umstand sein kann, ja es in den meisten Fällen wirklich ist.

Indem nun der Wind an den Flugorganen des Vogels seine Bewegungsform umsetzt und diese eine wellenförmige wird und in das Luftmeer ausstrahlt, arbeitet diese in Wellen umgesetzte Windenergie an der Fortbewegung des Vogels. Sie ist sein Movens, wenn der Vogel keinen Flügel bewegt. Bewegt er aber die Flügel, so kann er die Trägheit des Luftmeers, soweit er damit in Kraftrelation tritt, benutzen, um sich mittelst seiner Muskelkraft (richtiger Muskelenergie) wie an einer Schiene rascher fortzuschleudern, während diese Bewegung der Flugorgane zugleich dazu dient, dieselben in passender Weise auf die Luft wirken zu lassen und die zur Kraftrelation nöthigen Wellen zu erzeugen.

Wenn eine Schwalbe während einiger Secunden flattert und dann schwebt, so bezweckt sie bei dem Flattern eine stärkere Wellenerzeugung, also eine intensivere Relation zwischen Luftmeer und Flügel. Ist diese bewirkt — ist so zu sagen der Flügel „gestimmt“, so kann sie eine Weile ohne Flügelschlag schweben, bis sie merkt, dass ihr dynamischer Zusammenhang mit dem Luftmeer zu lose wird, dass ihre „Räder auf der Schiene

mehr und mehr gleiten", dann stellt sie durch Flattern den ersten Zustand wieder her. Es giebt aber Luftzustände, bei denen die Schwalben nur sehr wenig zu flattern brauchen, wo ihr Flug sich dem reinen Schweben nähert.

Es bedarf kaum der Erwähnung, dass der Flugvorgang bei den verschieden organisirten Thieren ein sehr verschiedener sein wird, wenn er auch im Allgemeinen auf demselben Princip beruhen wird.

Eine Fliege z. B. kann bei wagerechter Körperaxe senkrecht schnell aufsteigen, während die Vögel fast nur in der Richtung der Körperaxe sich bewegen, wenn der Wind sie nicht unterstützt. (Bussarde sollen ballonähnlich im Winde aufsteigen können.)

Die Fliege hat Flügel ohne die Rippen der Vogelfederstrahlen und muss dieselben äusserst rasch bewegen, erzeugt also die Wellen mit dem ganzen Flügel, während der Vogel, wie Jarolimek in der oben bezeichneten Abhandlnng darlegt, schon bei 10 m relativer Fluggeschwindigkeit und $^1/_3$ mm Abstand der Rippen 30000 Wellenstösse pro Secunde erzeugen kann.

N a c h s c h r i f t. Mehrfachen Einwendungen gegenüber, betreffend die Einführung einer „Fernkraft", möchte ich diesen Ausdruck etwas näher präcisiren.

Als ich denselben (Maiheft) gebrauchte, wollte ich damit nur allgemein das Vorhandensein einer Kraftrelation zwischen Flugkörper und e n t f e r n t e r e n Lufttheilchen bestimmt bezeichnen, ohne irgendwie zu wissen, welcher Art diese Relation war.

Diese Relation war einfach ein Erforderniss der Logik — ihre Art aber unbekannt, und in solchen Fällen, „wo Begriffe fehlen, stellt ein Wort sich ein".

Das Wort war insofern ungeeignet, als Gauss und Weber damit eine Kraftübertragung durch den l e e r e n R a u m bezeichnen wollten und dieser Sinn dem Worte heute noch etwas anklebt. Inzwischen glaubt man aber nur mehr an die Uebertragung von Molekül zu Molekül, seien es gewöhnliche oder Aethermoleküle. Ich wollte jenes Mal also unentschieden lassen, ob Aether- oder Luftmoleküle bei dieser Relation (Transmission der Kraft) die Hauptrolle spielen.

Inzwischen habe ich mich aber für die Uebertragung von Luftmolekül zu Luftmolekül entschieden, aber wohl zu unterscheiden für eine solche, welche mit Schallgeschwindigkeit sich fortpflanzt und daher mit dem gewöhnlichen Luftwiderstand nichts zu thun hat.

Um dies ganz klar zu legen, behalte ich mir vor, diesen „Luftwiderstand", diesen höchst unklaren Begriff zu analysiren und dafür schärfere Begriffe zu schaffen.

Ueber Luftschiffahrt.

Von Professor Dr. L. Boltzmann.

(Vortrag, gehalten am 26. September 1894 bei Gelegenheit der 66. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in Wien.)

Bei Gelegenheit der Publication seines berühmten Satzes über Kreistheilung schildert Gauss nicht ohne Stolz, wie sich an diesem Probleme wohl schon Hunderte von Mathematikern seit den Zeiten der Griechen vergeblich versucht hätten, bis es schliesslich wohl für unlösbar gehalten wurde. Gleiches gilt in noch höherem Masse vom Probleme des lenkbaren Luftschiffes. Unter einem solchen verstehe ich jede Vorrichtung, mittels welcher ein oder mehrere Menschen im Stande sind, sich in willkürlicher Richtung eine längere Strecke hindurch frei durch die Luft zu bewegen.

Die Anzahl der verfehlten Projecte auf diesem Gebiete ist Legion. Aber es haben sich von dem sagenhaften Dädalos und von Michel Angelo angefangen zu allen Zeiten auch die hervorragendsten Geister damit befasst. In der That giebt es auch kaum ein Problem, welches für den Menschen in gleicher Weise verlockend wäre. Jedermann kennt den Formenreichthum der Vogel- und Insectenwelt, der von den Zoologen aus der grossen Ueberlegenheit und Verbreitungsfähigkeit erklärt wird, welche diesen Thierklassen durch das hochentwickelte Flugvermögen zukommt. Der Mensch nun, dessen Eisenbahn das schnellte Rennpferd überflügelt, dessen Schiffe auf und im Wasser trotz ihrer Riesengrösse an Lenkbarkeit und Beweglichkeit der Schwimmkunst des Fisches spotten, sollte niemals dem Vogel zu folgen vermögen?

Eine Schilderung der Vortheile des lenkbaren Luftschiffes kann hier nicht meine Aufgabe sein; ich bemerke nur, dass mit der Beweglichkeit des Mittels zwar die Schwierigkeit wächst, sich dasselbe dienstbar zu machen, aber nach Besiegung derselben auch die erreichbare Geschwindigkeit. Ich erinnere mich noch meiner Verwunderung als Kind, dass man, statt die Landenge von Suez durchzubrechen, nicht lieber Europa, Asien und Afrika durch Eisenbahnen verbinde. Ich begriff noch nicht die grössere Beweglichkeit des Schiffes im Wasser. Welche Vortheile würde erst die so enorm bewegliche und überall verbreitete Luft bieten?

Es ist kaum zu zweifeln, dass das lenkbare Luftschiff einen Aufschwung in den Verkehr bringen würde, dem gegenüber der durch Eisenbahn und Dampfschiff bewirkte kaum in Betracht käme. Unser heutiges Heer würde den eisernen, unangreifbar dahinsausenden, Dynamit in die Tiefe schleudernden Flugmaschinen nicht anders gegenüberstehen, als ein Römerheer den Hinterladern. Das Zollwesen müsste entweder ungeahnte Verbesserungen erfahren oder ganz aufhören.

Allein wie vor Gauss die Lösung des Problems der Kreistheilung, so misslang auch bisher die Herstellung des lenkbaren Luftschiffes, so dass das Problem in bedenklicher Weise in Misscredit kam, ja grosse Theoretiker sich sogar zur Ansicht hinneigten, seine Lösung sei unmöglich. Erst in neuester Zeit ist wieder eine Wendung eingetreten. Die Unrichtigkeit der alten Formeln wurde klar erwiesen und ich glaube, Ihnen den Beweis liefern zu können, dass die Lösung des Problems nicht nur möglich ist, sondern aller Wahrscheinlichkeit nach schon in kurzer Zeit gelingen wird.

Von mir als einem Theoretiker würden Sie wohl einen langen auf complicirte Formeln gegründeten Beweis erwarten; allein ich kann da nichts thun, als die Ohnmacht der theoretischen Mechanik den complicirten Luftwirbeln gegenüber eingestehen. Eine erschöpfende Darstellung der Geschichte des Problems oder ein Eingehen in die technischen Details einzelner Flugapparate verbietet die Kürze

der verfügbaren Zeit. Ich will vielmehr die Aufgabe der Theorie in jenem allgemeineren Sinne auffassen, wonach sie überall die leitenden Ideen anzugeben und die Grundbegriffe herauszuschälen hat.

Der erste Schritt zur Lösung der Aufgaben der Luftschiffahrt geschah durch Erfindung des Luftballons. Die Hauptverdienste um diese Erfindung haben die Franzosen, welche sich damals als eine luftige Nation im günstigen Sinne des Wortes erwiesen. Die Gebrüder Mongolfier construirten den ersten mit heisser Luft gefüllten Ballon; bald folgte Charles mit einem Wasserstoff enthaltenden Ballon. So war der erste grosse Schritt geschehen; es war einem Menschen zum erstenmale gelungen, sich frei in die Luft zu erheben. Allein der Ballon entbehrte der Lenkbarkeit; er war ein Spielball des Windes.

Nun folgen die zahllosen Versuche, den Ballon zu lenken. Man suchte dies durch Schaufelräder oder Luftschrauben, beides dem Bewegungsmechanismus des Dampfschiffs entlehnt, zu erreichen; auch Vorrichtungen nach dem Principe der Raketenbewegung fehlten nicht. Um den Ballon leichter fortzutreiben, gab man ihm Cigarrenform mit vorangehender Spitze. Ein derartiger von den französischen Offizieren Krebs und Renard construirter mit Luftschrauben bewegter Ballon konnte so gut gesteuert werden, dass er bei vollkommener Windstille in der That ein lenkbares Luftschiff war. Allein die erreichbare Geschwindigkeit blieb weit hinter der eines mässigen Windes zurück, so dass er selbst bei geringem Winde die Beute desselben wurde.

In der That muss ein Ballon, um einen Menschen in die Luft zu heben, rund das tausendfache Volumen besitzen; um die specifisch schweren Maschinentheile zu tragen, ein noch weit grösseres. Die Anwendung so colossaler Körper aber steht in directem Gegensatze zur Haupteigenschaft, die das Luftschiff charakterisieren soll, zur leichten Beweglichkeit. Unter Anwendung eines Ballons ist eine rasche Fortbewegung ausgeschlossen. Trotzdem können wir das Verdienst dieser Luftschiffer, sich zum erstenmal wirklich in die Luft erhoben zu haben, nicht hoch genug anschlagen; ihr Apparat leistet noch heute zu wissenschaftlichen, militärischen und anderen Zwecken vortreffliche Dienste.

Zur Erfindung des lenkbaren Luftschiffs aber war es nur der erste Schritt. Dass die beim Luftschiffe schon zur Ueberwindung des Windes unentbehrliche rasche Bewegung zum Tragen einer Kraft ausgenützt werden kann, sehen wir an den Raubvögeln, welche nach Erlangung grosser Geschwindigkeit, fast ohne Flügelschlag in der Luft fortschweben. Wir gelangen so zu Flugmaschinen, welche nicht den Auftrieb eines Gases, das specifisch leichter als Luft ist, sondern bloss die lebende Kraft eines bewegten Mechanismus zum Tragen der Last in der Luft benutzen. Dieselben heissen dynamische Flugmaschinen.

Sie zerfallen in zwei Hauptklassen. Bei den einen wird die bewegende Kraft vorzüglich zur Hebung benützt; als solche dienen meist ein oder mehrere Luftschrauben, welche sich in der Luft gerade so vertical aufwärts fortschraubt, wie die Schraube eines Schraubendampfers horizontal im Wasser. Wie hier genügt ein kleiner Theil der ganzen Schraubenfläche, zwei oder vier gleichsinnig geneigte Flächen, welche sich vermöge ihrer Neigung bei rascher Drehung in der Luft fortschrauben. Ein bekanntes Spielzeug ist das Modell dieses Apparates.

Denken Sie sich an einem schweren Gegenstande zwei oder vier riesige, durch eine Maschine sehr rasch gedrehte, derartige Luftschrauben angebracht, so kann er mit in die Luft getragen werden, Sie haben das Helikoptere.

Bei der zweiten Gattung der dynamischen Flugmaschinen, den Drachenfliegern oder Aeroplanen dagegen wird die bewegende Kraft hauptsächlich zur horizontalen Fortbewegung benutzt, die Hebung geschieht nach dem von Wellner und Lilienthal

am genauesten messend verfolgten Principe, dass eine schwach geneigte und schwach gewölbte Fläche bei rascher Bewegung durch den Luftwiderstand ausserordentlich stark gehoben wird. Wir wollen es das Princip der schiefen Ebene oder schiefen Fläche nennen; seine Erklärung ist uns hier vollkommen gleichgiltig. Auch dieses Princip kann an einem bekannten Kinderspielzeuge, dem Papierdrachen, erläutert werden. Derselbe stellt eine grosse, schwach gewölbte und durch den angehängten Schwanz schwach geneigte Fläche dar. Wird er an einem Faden rasch durch die Luft fortgezogen, so steigt er zu bedeutender Höhe empor. Dasselbe Princip findet auch beim Fluge, besonders der grossen Vögel Anwendung, wenn sie, wie schon bemerkt, nach erlangter bedeutender Geschwindigkeit ohne Flügelschlag frei in der Luft fortschweben, was man den Segelflug nennt. Die nöthige horizontale Geschwindigkeit kann den Aeroplanen entweder durch eine Art Flügelschlag ertheilt werden, in welchem Falle sie ganz den Vögeln gleichen, oder durch die uns schon bekannten Luftschrauben, welche sich aber jetzt nicht nach aufwärts, sondern in horizontaler Richtung fortschrauben.

Herr Kress hatte die Gefälligkeit, mir ein kleines Modell eines von ihm schon vor 14 Jahren ersonnenen Apparates zur Verfügung zu stellen. Er wird selbes vor Ihren Augen in Bewegung setzen und so besser, als es durch viele Worte möglich ist, Ihnen das Princip veranschaulichen.[1]) Bei einem so schwierigen Problem ist die denkbarste Vereinfachung der aufgewandten Mittel von höchter Wichtigkeit. Da die horizontale Fortbewegung auch bei jedem anderen Flugapparate mit änlichen Mitteln erzeugt werden muss, so stellt die Aeroplane die denkbar einfachste Flugmaschine dar, welche die Tragkraft ohne jeden neuen bewegten Mechanismus aufbringt. Sie lehnt sich auch im wesentlichen an den beim Fluge der Raubvögel erprobten Apparat an und hat so von vorne herein die meisste Aussicht auf Erfolg.

Es wurden noch zahlreiche Flugmaschinen construirt, welche in der Hauptsache die genannten Grundtypen miteinander combiniren. So z. B. zahlreiche Luftschrauben, die zusammen eine geneigte Fläche bilden; Räder, welche geneigte Flächen unter entsprechender Steuerung im Kreise herumführen, Combinationen von Ballons mit dynamischen Flugapparaten etc. etc. Ich bin natürlich weit entfernt, über alle diese Apparate ein völlig absprechendes Urtheil fällen zu können oder zu wollen. Doch bin ich überzeugt, dass sie wegen der grösseren Complication mindere Aussicht auf Erfolg haben. Die Erfahrung scheint dies auch zu bestätigen. Auf der im vorigen Monate zu Oxford abgehaltenen britischen Naturforscherversammlung war eine grosse, von Hiram Maxim construirte Flugmaschine der Gegenstand eingehender Debatten, welche im wesentlichen nur eine Ausführung des soeben gezeigten Modells des Herrn Kress in colassalen Dimensionen ist. Die beiden Luftschrauben werden durch eine äusserst sinnreich construirte, mit Benzin geheizte Dampfmaschine getrieben; die ganze Flugmaschine, welche inclusive 2 Mann, die sie bedienen, 8000 englische Pfund wiegt und mit einer Geschwindigkeit von 30 Meter pro Secunde, also schneller als der rascheste Eilzug dahinbraust, hat sich in der That einmal in die Luft erhoben. Herr Maxim hat entschieden den zweiten grossen Schritt zur Erfindung des lenkbaren Luftschiffes gemacht; er hat bewiesen, dass man durch einen dynamischen Flugapparat in der That grosse

---

[1]) Herr Kress führte sowohl seinen Schraubenflieger als auch seinen Drachenflieger „Aëroveloce" vor, setzte beide in Thätigkeit und dieselben erhoben sich zur Ueberraschung und Befriedigung der Versammlung auf höchst gelungene Weise in die Luft. Grösse und Gewicht der Vorrichtungen waren dieselben, wie seinerzeit beim Experimental-Vortrag im Wiener flugtechnischen Vereine am 15. Dezember 1891. (Siehe Jahrgang 1892 dieser Zeitschrift, Seite 186 ff.) D. Red.

Lasten frei in die Luft zu erheben vermag. Die grössten englischen Physiker, die alle Theoretiker sind, Lord Kelvin, Lord Reyleigh, Lodge etc. sprachen mit Begeisterung von Maxim's Maschine und ich dachte schon, dass wiederum die Engländer eine neue epochemachende Erfindung die ihre nennen.

Allein die Sache hat doch noch einen Haken. Die Maxim'sche Maschine lief anfangs wie eine Locomotive auf Schienen unter ihr; als sie die nöthige Geschwindigkeit hatte, aber auf eigens zu diesem Zwecke über ihr gezogenen Schienen. Durch den grossen Auftrieb zerbrach zu früh eine der oberen Schienen, die Maschine erhob sich in die Luft; aber alle ihre zahlreichen Lenkvorrichtungen konnten nicht schnell genug in Gang gesetzt werden; sie musste möglichst rasch zum Stillstand gebracht werden und erlitt bedeutenden Schaden. Das grosse Hinderniss aller dieser Versuche liegt in ihrer Gefährlichkeit. Aergerlich bemerkte Maxim in seiner Rede, dass der Flugkünstler nicht nur Techniker sein muss, sondern auch Akrobat. Man denke sich eine so riesige Fläche so schnell bewegt, dass ihr Luftwiderstand gegen 10,000 Pfund beträgt, und urtheile, welche Störung da jeder Windstoss, jeder Luftwirbel an dem ohne Stützpunkt frei schwebenden Apparate erzeugt, wie colossal jede Aenderung der Neigung, jede Schiefstellung die Bewegung des Ganzen beeinflussen muss. Man studire die Mannigfaltigkeit und Feinheit der Flügelbewegung des Raubvogels, man bedenke, wie bei der leisesten Unvorsichtigkeit ein Kinderdrachen Purzelbäume in der Luft schlägt und versetze sich in die Lage des Luftschiffers, dessen Flugapparat in ähnlicher Weise ungehorsam wird.

Freilich, da der Beweis geliefert ist, dass die Kraft der Aeroplane ausreicht, grosse Lasten in die Luft zu erheben, ist es nur mehr eine Frage der Geschicklichkeit, sie richtig zu lenken. Wer je sah, mit welcher Sicherheit ein ungeheurer Oceandampfer von wenigen Menschen gelenkt wird, wer das in Eisenwerken oft producierte Kunststück sah, dass ein Dampfhammer von 1000 Centnern wenige Millimeter über dem Glase einer Taschenuhr wie auf Befehl stehen bleibt, der wird nicht bezweifeln, dass auch die Flugmaschine wird gelenkt werden können, sobald die nöthigen Erfahrungen gesammelt sind; aber wie dies sammeln, ohne Menschenleben aufs Spiel zu setzen?

Würden wir wagen, nach bloss theoretischer Erklärung der Maschinerie selbst die intelligentesten Menschen, wenn sie noch nie ein Schiff sahen, mit einem Oceandampfer zwischen gefährlichen Klippen steuern zu lassen? Und da hatten doch andere schon früher die Maschinen erprobt. So wären wir trotz der genialen Leistungen Maxims fast versucht, auf seinen Apparat ein triviales Berliner Sprichwort anzuwenden.

Jede Erfindung hat ihre Vorarbeiter und ihre nachherigen Verbesserer; aber doch muss meist ein Mann als der eigentliche Erfinder bezeichnet werden. Wer nun wird der eigentliche Erfinder des lenkbaren Luftschiffes sein? Maxim ist es heute noch nicht. Nur derjenige wird es sein, der in der That in willkürlich gewählter Richtung, so lange ein grösserer Kraftvorrath reicht (etwa eine Stunde lang) mit und gegen den Wind in der Luft zu fliegen vermag.

Diese Erfindung ist noch nicht gemacht; noch wäre es Zeit, dass wir den Engländern den Rang ablaufen. Freilich, durch Grossartigkeit können wir es nicht; Maxims Maschine soll über 300.000 Gulden gekostet haben. Aber wie so manches hat der Deutsche schon mit kleinen Mitteln durch Feinheit seiner Ideen geleistet! Wer möchte dies hier in Wien bezweifeln, wo die Zauberflöte, die neunte Symphonie und die Missa solemnis geschrieben wurden? Das sollen sie uns nachmachen in der ganzen übrigen Welt, wenn sie's können!

Freilich, will ich damit nicht sagen, dass man allen grossen Deutschen in Zukunft nicht mehr gewähren solle, als Mozart hatte. Nicht jeder Mensch ist so

ewig heiter, wie er es war; nicht jedes Feld der Thätigkeit so unabhängig wie die Musik. Ressel musste aus Mangel an Unterstützung den ganzen Nutzen und den halben Ruhm seiner Erfindung den Engländern überlassen. Im Gegentheil, ich möchte dann in der geschäftlichen Sitzung unserer jungen Naturforschergesellschaft, die ebenfalls noch ein wenig in den Lüften balanciert, vorschlagen, als Erstlingsgabe etwas für die Luftschiffahrt zu thun, oder wenn ihre Mittel nicht reichen, Regierungen dazu zu veranlassen.

Ein Experiment, welches ich als den dritten Schritt zur Erfindung des lenkbaren Luftschiffes bezeichnen möchte, ist einem Deutschen, Herrn Otto Lilienthal, Ingenieur in Berlin, gelungen. Die Schiffahrt auf dem Wasser begann nicht beim Oceandampfer, sondern beim ausgehöhlten Baumstamme als Kahn. Ebenso begann Herr Lilienthal mit einem möglichst kleinen Flugapparate. Er bewaffnete seine Arme mit zwei zunächst fest verbundenen Flügeln von 15 Quadratmetern Fläche, die im wesentlichen denen des Vogels nachgeahmt sind. Selbe stellen eine Aeroplane dar, die bei genügender Geschwindigkeit einen Menschen zu tragen vermag. Behufs Erlangung dieser Geschwindigkeit verzichtete Herr Lilienthal auf jeden Motor; er lief einfach eine Strecke gegen den Wind und sprang dann, sich auf seine Flügel stützend, in die Luft. Natürlich konnte er, da er keine Kraftquelle besass, nicht beliebig weit und auch nur in höchst beschränktem Masse aufwärts fliegen; aber indem er anfangs ganz kurze, später längere Sprünge machte, sich immer nahe der Erde haltend, gelang es ihm endlich auf den Rhinower Bergen durch eine Strecke von 250 m über einen sanft geneigten Abhang immer ziemlich nahe dem Boden dahinzuschweben. Er überzeugte sich da von der grossen Gefahr von einem Windstoss überschlagen oder schief gerichtet zu werden, aber auch von der Möglichkeit, sich durch jahrelange Uebung volle Sicherheit im Steuern zu erwerben, was er theils durch Neigen des Körpers und Bewegen der Füsse, theils durch ein dem Vogelschwanze nachgeahmtes Steuer bewirkt. Lilienthal hat die Absicht nun einen ganz kleinen Motor mit sich zu tragen; indem er die Kraft desselben steigert, hofft er die Grösse der Flügel und die erlangte Geschicklichkeit im Steuern allmählich den neuen Verhältnissen anpassen zu können, bis die durch den Motor erzielte horizontale Fortbewegung ausreicht, den Fliegenden dauernd über dem Erdboden zu halten. Freilich hätte dieser Flugapparat zunächst noch wenig praktische Bedeutung. Grossartige Verbesserungen, die Ausführung in weit grösseren Dimensionen wären nothwendig, bis sich die eingangs geschilderten wirthschaftlichen und socialen Consequenzen ergäben. Allein das Problem wäre doch theoretisch gelöst; ein zum Ziele führender Weg gefunden, die eigentliche Erfindung des lenkbaren Luftschiffes vollzogen. Diese theoretische Entdeckung des richtigen Weges geht meist der Vervollkommnung zum praktischen Gebrauche voran. Hatten die ersten Telegraphen, die ersten Photographien schon praktische Bedeutung, hätte die Entdeckung Amerikas grosse wirthschaftliche Folgen gehabt, wenn der Weg dahin für uns noch so beschwerlich, wie für Columbus wäre?

Ich muss noch erwähnen, dass Herr Kress einen auf anderen Principien beruhenden, sehr aussichtsvollen, wenn auch an grösseren Lasten noch nicht erprobten Steuerapparat ersonnen hat.

Auch bezüglich des zur Erzeugung der horizontalen Geschwindigkeit zu verwendenden Apparates gehen die Meinungen auseinander. Alle in der Technik benutzten Mechanismen machen eine sogenannte cyklische Bewegung, das heisst eine Bewegung, wobei sämmtliche Bestandtheile nach kürzerer oder längerer Zeit wieder in die Ausgangsposition gelangen. Es giebt zwei Hauptsysteme der cyklischen Bewegung, die drehende und die hin- und hergehende. Die verschiedenen Räder, die Inductoren der Dynamomaschinen sind Beispiele des ersten, die Kolben

der Dampfmaschinen, der Pumpen Beispiele des zweiten Systems. Bei der Fortbewegung im Wasser durch Schaufelräder wird das erste, bei den Rudern und Fischflossen das zweite System benutzt. Lilienthal giebt beim Fluge dem zweiten Systeme den Vorzug, welches allerdings auch in der Natur beim Vogelfluge zur Anwendung kommt, während das erste System, die Anwendung von Luftschrauben zur Erzielung von Horizontalbewegung, in der Natur kein Vorbild hat. Es ist da zu bemerken, dass bei Construction von akustischen und optischen Apparaten, von Pumpen und Fortbewegungsmechanismen die thierischen Organe immer nur bis zu einer gewissen Grenze als Vorbilder dienen können, da die Natur mit abweichenden Mitteln arbeitet und abweichende Zwecke verfolgt, namentlich rotirende Apparate sind ihr fast völlig fremd, während unsere Schaufelräder und Wasserschrauben statt der hin- und hergehenden Fischflossen, unsere Velocipede statt der im buchstäblichen Sinne hin- und hergehenden Füsse mit Erfolg verwendet werden.

Nach Lilienthal muss die ganze Aeroplane in zwei Hälften getheilt werden, welche sich wie Vogelflügel beim Flügelschlage bewegen. Dadurch wird allerdings das Gleiten (der sogenannte slip) der Schrauben und auch der Kraftverlust durch Erzeugung von Luftwirbeln vermieden und Lilienthal glaubt deshalb, an die Luft weniger Arbeit zu verlieren. Allein ich bezweifle selbst dies, da beim Flügelschlage immer viel von der beim Senken geleisteten Arbeit beim Heben wieder verloren geht, während bei der Luftschraube wieder das so nutzbringende Princip der schiefen Ebene bestens angewendet werden kann. In der That arbeiten die Luftschrauben Maxims mit sehr geringem slip. Dagegen beeinträchtigt die Theilung der Aeroplane in zwei Flügel sehr die Festigkeit und Einfachheit desselben, der Flügelschlag ist nicht ohne erhebliche Complication und bedeutende Reibung des Mechanismus erzielbar und wirkt weder so continuierlich, noch so scharf regulierbar wie die Luftschraube. Auch ist die Vorherberechnung des Effectes des Flügelschlages weit schwieriger.

Es erscheint daher die durch Luftschrauben fortbewegte Aeroplane als der theoretisch aussichtsvollste Mechanismus und als der einzige, welcher sich in kleinen Modellen, sowie in grösserer Ausführung bereits thatsächlich in die Luft erhoben hatte.

Es ist unglaublich, wie einfach und natürlich jedes Resultat scheint, wenn es einmal gefunden ist und wie schwierig, so lange der Weg unbekannt ist, der dazu führt. So hatte Lockyer schon durch Jahre mit einem unserem heutigen Sonnenspektroskope wesentlich gleichen Apparate die Sonnenprotuberanzen gesucht, ohne eine einzige finden zu können; er wusste eben nicht, wo suchen. Als aber Janssen den Ort einer grossen Protuberanz, die er in Indien während einer totalen Sonnenfinsterniss gesehen hatte, telegraphisch bekannt machte, sah gleich darauf sowohl er als auch Lockyer die Protuberanzen auch bei hellem Sonnenscheine, man wusste nun, wo man zu suchen hatte, und Janssen meldete begeistert nach Paris: Ich habe jetzt täglich, sobald die Sonne überhaupt scheint, totale Sonnenfinsterniss. So wird auch die Lenkung der Aeroplane einst von Handwerkern mit Leichtigkeit vollzogen werden; nur von einem Genius ersten Ranges kann sie erfunden werden. Und dieser Erfinder muss nicht nur ein Genius sein, sondern auch ein Held; nicht mit leichter Mühe können dem neu zu bezwingenden Elemente seine Geheimnisse abgerungen werden. Nur wer den persönlichen Muth besitzt, sein Leben dem neuen Elemente anzuvertrauen, und die List, allmählich alle seine Tücken zu überwinden, hat Aussicht, den Drachen zu erlegen, der heute noch den Schatz dieser Erfindung der Menschheit entzieht. Der Erfinder des lenkbaren Luftschiffes muss hierin dem Muster aller grossen Entdecker, Christoph Columbus gleichen, der ebenso durch persönlichen Muth wie durch Scharfsinn allen Entdeckern

der Zukunft das Beispiel gab. „Setzest Du nicht das Leben ein, nie wird Dir Grosses gewonnen sein.“ Mag daher auch mancher, durch die zahllosen Wunder der Technik unseres Jahrhunderts nicht belehrt, über die Flugversuche spotten; wir wollen die Worte beherzigen, die der idealste Dichter dem grössten Entdecker zurief:

Zieh' hin, muthiger Segler, mag auch der Witz dich verhöhnen,
Mag der Schiffer am Steuer senken die muthlose Hand,
Immer, immer nach West, dort muss die Küste sich zeigen,
Liegt sie doch schimmernd und liegt deutlich vor Deinem Verstand.
Mit dem Genius steht die Natur im ewigem Bunde.
Was der eine verspricht, leistet die andere gewiss.

Ausser der Ueberlegung und Begeisterung ist nur noch eines nöthig, was auch Columbus am schwierigsten erlangte, — Geld.

Kleinere Mittheilungen.

Entgegnung auf v. Parseval's Kritik über meine Segelradflugmaschine. Inhalt und Form der im 9. Hefte d. lauf. Jahrg. der Zeitschrift erschienenen „kritischen Beleuchtung“ meines Flugmaschinenprojectes zwingt mich zu nachfolgender Abwehr.

Schon am Eingange des betreffenden Aufsatzes wird das Segelrad mit einem vertical arbeitenden Gebläse zum Behufe der Bestimmung der erzeugten Auftriebskraft gleichgestellt. Diese Gleichstellung ist aber unstatthaft. Von Parseval sagt einfach: „das Product aus der pro Secunde geförderten Luftmasse *m* und der Gebläsegeschwindigkeit *v* ist gleichzusetzen der pro Secunde durch den freien Fall des Apparatgewichtes erzeugten Bewegungsgrösse“ und hält diese Rechnungsweise als allgemein giltig für alle Flugapparate im Zustande des Schwebens. Dies ist aber nicht richtig; so einfach sind eben die Vorgänge nicht, welche sich bei der Bewegung schiefer Flächen in der zähen Luft unterhalb und oberhalb und in der Umgebung der Flächen abspielen. Die Consequenz des fehlerhaften Ansatzes führte Herrn von Parseval dann zu falschen Ergebnissen, nach welchen er anstatt der von mir angesetzten 80 Pferdestärken als Betriebserforderniss 1100 + 364 + 213 zusammen den Betrag von 1677 Pferdestärken herausrechnet. Die mir zugeschleuderte Frage: „Ist es erlaubt, praktischen Versuchsresultaten mit derartigen theoretischen Speculationen entgegenzutreten?“ kann ich vollgiltig Herrn von Parseval zurückgeben. Er ist es, welcher in theoretischen Speculationen rechnet, während meine Angaben auf praktischen Versuchsresultaten fussen, welche mit kleineren und grösseren Segelrädern vorgenommen wurden und demnächst zur Veröffentlichung gelangen.

In dem Aufsatze wird weiters erwähnt, dass sich im Segelrade ein verticaler Luftstrom von 13 Meter Geschwindigkeit bilde und dass aus diesem Grunde eine Aufdrehung der Tragflächen um einen Winkel von 16 Graden angeblich nothwendig sei; in Wirklichkeit ist diese Aufdrehung nicht vorhanden und nicht erforderlich; es fallen demnach alle hieraus gefolgerten Sätze in sich zusammen. —

Ich will ja zugeben — und das wurde von mir auch niemals geleugnet —, dass die constructiven Schwierigkeiten bei Herstellung der Segelräder sehr bedeutende sind, dass ferner die Frage des passendsten, leichten und kräftigen Motors noch offen sei und dass eine specifische Tragkraft von 20 Kilogramm auf 1 Quadratmeter, wie ich sie verlange, als hochgegriffen angesehn werden kann; gegenüberstellen muss ich mich jedoch der Behauptung, dass der Stirnwiderstand bei der Fort-

bewegung der Segelräder ein überaus grosser sei, denn der Stirnwiderstand ist zufolge der Anordnung der Tragflächen und wegen der schraubenförmigen Bauart der Rippen und Arme thatsächlich auf ein Minimum reducirt, ist so gering, wie er überhaupt nur sein kann und wie er bei keiner andern Art von irgendwie andersgestalteten Flugapparaten möglich ist. Desgleichen kann ich die geäusserten Bedenken wegen der geringen Stabilität und Steuerungsfähigkeit der Segelräder im Winde keineswegs theilen. Zum Schlusse sei es mir gestattet, zu betonen, dass ich durchaus nicht darnach strebe, meine Segelradflugmaschine als das Vorzüglichste gepriesen zu sehn und dass ich jeden technischen Fortschritt auf dem Wege zur Lösung des dynamischen Flugproblems jederzeit freudig begrüsse.

Georg Wellner.

Vorläufiger Bericht über die wissenschaftlichen Ballonfahrten im August. Die Reise nach Bosnien behufs Rücktransportes des Registrir-Ballons „Cirrus" nebst Apparat (vgl. Juliheft) und die vorläufige Auswerthung der Aufzeichnungen des letzteren hatte unsere Zeit so in Anspruch genommen, dass das Ende des Juli herannahte, ehe es möglich wurde, wieder an neue Fahrten zu denken. Um so rascher folgten sich dagegen dieselben im Anfange des August: und jetzt endlich gelang es, nachdem vorher (auch schon 1893) viele darauf abzielende Versuche fehlgeschlagen hatten, die Absicht Simultanfahrten mit den wissenschaftlichen Ballonfahrten in St. Petersburg auszuführen, zur Thatsache werden zu lassen — zweimal vermochten wir es, nach lebhafter telegraphischer Unterhaltung dem Wetter und den vielerlei sonstigen Umständen, von denen der Luftschiffer abhängt, abzutrotzen, dass an denselben Tagen, dem 4. und 9. August, wenn auch nicht zu denselben Stunden, wissenschaftlich in gleicher Art ausgerüstete Ballons sich in Berlin und in der russischen Hauptstadt erhoben. Ueber die beiden Aufstiege in St. Petersburg soll im nächsten Heft d. Ztschr. nach einer Darstellung des Oberst Pomortzeff im „Russ. Invaliden" und in brieflichen Mittheilungen das Wesentlichste folgen.

1. Am 1. August um $12^1/_2$ Uhr zu Mittag stieg der Unterzeichnete allein im Korbe des nur 285 cbm fassenden, allerdings mit Wasserstoff gefüllten Ballons „Falke" auf. Eine halbe Stunde vorher war der 1300 cbm fassende Ballon der Luftschiffer-Abtheilung „Albatros" mit drei Mann an Bord emporgegangen und bei mässigem West und ganz mit tief hängenden Stratocumulis bedecktem Himmel nach wenigen Minuten in den Wolken verschwunden. Ich hielt anfangs absichtlich den Ballon unter den Wolken, also in geringer Höhe, was nicht leicht war, da er zunächst immer bis zur Erde zu fallen drohte und ging erst bei Schönfelde, ca. 50 km von der Abfahrtsstelle, in die bis in eine Höhe von 1050 bis 1100 m hinabreichende Wolkenschicht. Schon bei 1350 m kam der „Falke" aus der geschlossenen Nebelmasse heraus und unter eine gewaltige Sonne — das Schwarzkugelthermometer stieg rapide von 19° bis auf 54°; aber auch die Lufttemperatur, die im obersten Theile der Wolke auf 7,4° gesunken war, erhob sich wieder auf 12,9°. Nachdem der „Falke" mehrere Stunden über den Wolken geschwommen, beschloss ich, im Hinblick auf die Möglichkeit einer Abschwenkung nach NE zu und die in diesem Falle gefahrdrohende Nähe der Ostsee eine Recognoscirung der Erde vorzunehmen. Aus den Wolken getaucht, sah ich die Oder und das Städtchen Göritz senkrecht unter mir — es war also Platz genug zum Weiterfahren; doch war der nass und kalt gewordene Ballon nicht mehr zum Steigen zu bringen und um 4 Uhr 42 Minuten wurde in Kl. Kirschbaum zwischen Drossen und Zielenzig leicht gelandet.

Der Gesammtweg hatte 110 km, die mittlere Geschwindigkeit hiermit 7,8 m pro Secunde betragen und zeigte nur geringe Schwankungen. Die grösste erreichte Höhe war rund 1700 m gewesen, wo sich eine Temperatur von 10,5° fand,

einer mittleren Abnahme von nur 0,47° pro 100 m entsprechend; freilich fand sich die Minimaltemperatur von nur 6,7° in der Wolke, hart unter deren oberem Rande in einer Höhe von nur 1380 m, sodass die Luftwärme zunächst um 0,81° pro 100 m abnahm, um über den Wolken mit einem Schlage um 5—6° zu steigen und dann wieder mässig schnell zu sinken.

2. Am 4. August früh um $^3/_4$7 Uhr stieg der „Phönix“ mit Prlt. Gross und mir an Bord bei veränderlichem, ziemlich wolkigem Wetter und mässigem WSW Wind auf — in der Nacht war uns der russische Ballon in St. Petersburg voraufaufgegangen. Die Geschwindigkeit betrug unter 1000 m 32 km pro Stunde, nahm dann zunächst zwischen 1000 m und 1200 m auf 23 km ab, um hierauf mit wachsender Höhe constant auf 33, 36, 38 km, bei 3000 m auf 45 km zu steigen. Es wurden Oder und Neumark, hierauf Märkisch Friedland und Hammerstein und schliesslich, bei constantem Abschwenken nach NE zu, ganz Hinterpommern überflogen. Gewaltige Cumuli hatten sich von 9 Uhr früh ab entwickelt und nahmen gegen Mittag, sehr massig werdend, entschieden gewitterhaften Character an, uns zeitweise den Anblick der Erde fast ganz raubend; auch fanden thatsächlich an diesem Tage in jenen Gebieten ziemlich zahlreiche Gewitter statt — doch bekamen wir keinen Donner zu hören. In 3750 m wurde eine sehr dünne, schleierartige Schneewolke durchschnitten, über welcher rein blauer Himmel lag, um 5 Uhr 12 Minuten Nachmittag mit 3900 m die grösste Höhe erreicht und um 5 Uhr 50, nach über 11 stündiger Fahrt wegen der unmittelbaren Nähe der Ostsee, deren Spiegel prachtvoll in N und E mit der ganzen Danziger Bucht uns entgegenblitzte, in Ramkau bei Oliva eine leichte Landung bewerkstelligt. Ueber Danzig traten wir nach Einschaltung eines Ruhetages in Zoppot, die Rückreise an.

Die mittlere Geschwindigkeit hatte bei einer Fahrtlänge von ca. 405 km 10,1 m pro Secunde betragen, zwischen $6^1/_2$ und beinahe 14 m schwankend; die tiefte Temperatur war —5,0° und die mittlere Abnahme der Luftwärme 0,65° pro 100 m. Beträchtlichere Schwankungen derselben hatten sich nur über und zwischen den Cumulis in ca. 3000 m Höhe gezeigt. Die relative Feuchtigkeit war am geringsten um $5^1/_2$ Abends in ca. 1650 m mit 22%.

3. Am 9. August wurde auf dringende Aufforderung aus St. Petersburg, trotz des sehr wolkigen und desswegen für elektrische Messungen wenig geeigneten Wetters eine Simultan-Fahrt mit derartig erweitertem Programm unternommen. Die Herren Prof. Börnstein und Baschin theilten sich in die luftelektrischen und meteorologischen Beobachtungen, während der Unterzeichnete den Ballon führte. Die bedeutende Windgeschwindigkeit und ungünstige Richtung, direkt auf das Stettiner Haff zu, machten es bald klar, dass die Luftreise wohl nur eine kurze werden würde; und als alle Versuche, in tieferen und mittleren Schichten eine Schwenkung nach Osten zu finden, die uns Raum verschafft hätte, bei der Constanz der Windrichtung fehlschlugen, blieb nichts anderes übrig als rapide hochzugehen, um wenigstens so theilweise den Ballast auszunutzen, ehe die Nähe des Meeres gebieterisch die Landung gebot. Um $7^1/_2$ Uhr früh war der „Phönix“ aufgestiegen — von $8^1/_4$ Uhr an, wo wir erst 1000 m hoch waren, trieb ich den Ballon energisch höher, so dass bereits um 9 Uhr 28 Minuten die Maximalhöhe von 3500 m erreicht war. Kurz vorher waren wir in die stahlgrauen Wolkenmassen eingedrungen, um auf einen Moment über dieselben zu gehen: wir constatirten auch hier eine, wenn auch geringe Zunahme der Temperatur über der Wolkenoberfläche (—0,4° in 3225 m in der Wolke, +0,5° in 3485 m über derselben) und mussten sofort auf eine schnelle Landung bedacht sein. Den in 300 m abgefangenen „Phönix“ gelang es mir am Schleppgurt über den Strandwald des Grossen Haffs zu führen, bis eine Schonung in demselben es ermöglichte, ohne Beschädigung des Ballons um 10 Uhr

8 Minuten in leichtem Regen eine tadellose Landung zwischen jungen Kiefern — bei Gross Ziegen-Ort an der Mündung des Papenwassers — auszuführen.

Die Gesammtfahrtlänge betrug 150 km, die mittlere Geschwindigkeit 14,7 m pro Secunde, successive von $12^1/_2$ bis 17 m anwachsend. Die Temperatur nahm im Durchschnitt um 0,66° pro 100 m ab, d. h. bis 3300 m, um dann, wie oben bemerkt, leicht zuzunehmen. Die grösste Trockenheit fand sich in 2825 m Höhe. wo die relative Feuchtigkeit nur 37% betrug. Ueber die elektrischen Messungen wird später im Zusammenhange berichtet werden.

Berson.

Neue Drachenexperimente. Die Versuche eines Amerikaners, des Herrn W. A. Eddy[1]), welche derselbe in den letzten Jahren mit Drachen angestellt hat, verdienen um so grösseres Interesse, als die dabei erreichten Höhen ausserordentlich beträchtliche sind und es ausserdem gelungen ist, einen Thermographen mit in die Höhe zu führen und dort mehrere Stunden zu erhalten. Die Wichtigkeit und Eigenartigkeit der Versuche veranlasst uns zu näheren Mittheilungen über dieselben.

Von den Methoden, die oberen Luftschichten zu erreichen nnd zu erforschen — Ballons, Flugmaschinen, Drachen, — dürften praktisch zunächst nur die erste und letzte in Betracht kommen. Die erste hat dabei bedeutende Nachtheile: der Fesselballon wird vom Winde seitwärts getrieben und herabgedrückt und ist ausserdem nur für geringe Höhen zu verwenden; der freie Ballon wird vom Winde hinweggeführt und gestattet daher nicht, die Aenderungen der atmosphärischen Zustände über demselben Punkte der Erdoberfläche zu beobachten. Auch die Verwendung des Drachens in seiner bisher gebräuchlichen Form zeigt ihre Mängel: bei schwachem Winde steigt er überhaupt nicht in die Höhe und bei plötzlich wachsender Windstärke wird er herumgewirbelt und häufig zur Erde geschleudert. Diesem Umstand ist es wohl auch zuzuschreiben, dass der Gebrauch des Drachens zu wissenschaftlichen Zwecken seit Franklin's Zeiten, d. i. um ein volles Jahrhundert, geruht hat, denn erst vor 10 Jahren ist man darangegangen, ihn wiederum in den Dienst der Forschung zu stellen.

Die Thatsache, dass der Wind mit der Höhe zunimmt, dass also in grossen Höhen beständig Wind vorhanden ist, führten dazu, mehrere Drachen zu einem Systeme zu verbinden. Der erste, welcher diesen Versuch machte und der zugleich damit den Gebrauch des Drachens für wissenschaftliche Zwecke erneuerte, war Douglas Archibald. Im Jahre 1884 construirte er zwei seidene Drachen von rhombischer Gestalt und von 1 bezw. 2 Meter Durchmesser; mit denselben erreichte er eine Höhe von 670 Meter, während ein an der Drachenleine befestigtes Anemometer die Windgeschwindigkeit in den verschiedenen Höhen registrirte. Bei diesen Versuchen waren die Drachen übereinander an derselben Leine befestigt, derart, dass der obere hinter dem darunter befindlichen festgemacht war; hierbei zeigte sich jedoch der Nachtheil, dass der untere Drachen in seinen Bewegungen durch die Stösse des oberen stark beeinträchtigt wurde.

Die ersten Versuche, welche Herr Eddy im Sommer 1890 in Bergen Point, N. J., mit sechseckigen geschwänzten Drachen anstellte, zeigten ihm, dass es nicht zweckmässig war, die Drachen in der oben angegebenen Weise mit einander zu verbinden, sondern dass es sich vielmehr empfahl, jeden Drachen mit einer besonderen Leine zu versehen und diese einzelnen Leinen dann in gehörigen Abständen an der Hauptleine zu befestigen. Ein Versuch, der mit fünf sechseckigen Drachen ausgeführt wurde, welche auf diese Weise mit einander verbunden waren,

---

[1]) Vergl. Scientific American vom 15. September 1894.

ergab das erstaunliche Resultat, dass der zu oberst befindliche Drachen bei einem Westwinde von 5 m. p. s. bis zu einer Höhe von 1200 Metern emporstieg; diese Höhe wurde von den Zuschauern geschätzt, während Herr Eddy überzeugt ist, dass dieselbe 1800 Meter betragen habe.

Ein derartiges System von Drachen machte es jedoch nothwendig, dass jeder Drachen für sich an einer langen Leine befestigt war, um zu verhindern, dass die Schwänze der Drachen sich in die unter ihnen befindlichen Leinen verwickelten. Hierzu kommt noch der jedem Drachen mit Schwanz anhaftende Nachtheil, dass er, wie schon oben gesagt, für einen schwachen Wind am Erdboden zu schwer und für einen starken Wind in höheren Schichten zu leicht ist.

Trotz vieler Versuche, welche Herr Eddy mit Drachen von verschieden schweren Schwänzen anstellte, gelang es ihm doch nicht, diesen Uebelstand zu beseitigen. Er kam daher auf den Gedanken, Drachen ohne Schwanz zu verwenden. Der von ihm construirte „malaysche“ Drachen, d. i. ein Drachen von der gewöhnlichen Form aber ohne Schwanz, oder der „Eddy Malay tailless Kite,“ wie er ihn selbst nennt, ergab nun bei den mit ihm angestellten Versuchen die günstigsten Resultate. Nicht nur stiegen diese schwanzlosen Drachen steiler in die Höhe als die anderen, es war auch nicht nöthig, sie niederzuholen, wenn der Wind von 4 m. p. s. bis zu 16 m. p. s. auffrischte, ein Vorkommniss, das einen Drachen mit Schwanz zweifellos zur Erde gebracht haben würde. Da ferner der Eddy'sche Drachen nur zwei leichte Stäbe hat und aus sehr leichtem Papier oder Stoff hergestellt werden kann, so ist er auch befähigt, bei ganz schwachen Winden von 2 bis 4 m. p. s. emporzusteigen, ja besonders leicht construirte Drachen können bei vollkommener Windstille zu grossen Höhen gelangen, wenn die Person, welche die Leine hält, mit einer Geschwindigkeit von etwas mehr als 1 m. p. s. sich fortbewegt. Ueber die Construction sowie die Dimensionen seines Drachens macht Herr Eddy in der genannten Nummer des Scientific American ausführlichere Mittheilungen.

Nachdem er die Brauchbarkeit seines Drachens wiederholentlich geprüft, stellte er vom 27. Juli bis 6. August d. J. Versuche in grösserem Umfange auf dem Blue Hill Observatory an, jenem bekannten Observatorium auf dem 195 Meter über dem Meere gelegenen Blue Hill bei Boston, Mass. Er beabsichtigte, mit einem System von kleinen Drachen aus Seidenpapier bis zu einer Höhe von 1500 Meter zu gelangen, dieses sodann mit einem zweiten System von schweren Drachen zu vereinigen, welch letzteres bereits bis zu 1700 Metern emporgestiegen war, und hoffte nunmehr, mit dem Gipfeldrachen dieses combinirten Systems, bei dem sich die kleineren Drachen oben befanden und das höchstens zwanzig Drachen umfassen sollte, eine Höhe von 3200 Meter zu erreichen. Leider gelang es Herrn Eddy nicht, dieses Experiment zu machen, da die Construction der leichten Drachen sehr schwierig und in kurzer Zeit nicht zu ermöglichen war. Hingegen glückte es, am 1. August ein System von sieben Drachen so aufzulassen, dass der oberste sich bis zu 1080 Meter erhob, die grösste Höhe, welche bei diesen Versuchen auf dem Blue Hill erreicht wurde. Einige Tage später, am 4. August, wurde ein Richard-scher Thermograph, welcher für diesen Zweck umgeändert worden war und dessen Gewicht nur 1 kg betrug, an der Hauptleine eines Systems von 6 Drachen befestigt. Wie es scheint, befanden sich in diesem Falle die grösseren Drachen, von denen einer $2\frac{1}{2}$ Meter, die beiden anderen je $1\frac{3}{4}$ Meter Durchmesser hatten, oben, während die kleineren, von 2, bezw. von je 1 Meter Durchmesser, unterhalb des Thermographen an der Hauptleine festgemacht waren. Die Maximalhöhe, welche derselbe erreichte, betrug 425 Meter, wo eine um 8.°3 C niedrigere Lufttemperatur registrirt wurde, und zwar blieb das Instrument 4 Stunden hindurch in dieser Höhe. Während dieser Zeit wurden mittelst einer Federwage Messungen

des Auftriebs vorgenommen, welche ergaben, dass derselbe bei einer Windstärke von 9 m. p. s. zwischen 22 kg und 14 kg schwankte.

Es mag hier noch bemerkt werden, dass bei den auf dem Blue Hill Observatory angestellten Versuchen die erreichten Höhen durch Winkelmessungen an den Endpunkten einer 110 Meter langen Standlinie ermittelt wurden; wenn auch das hierzu benutzte Instrument (ein rechteckiges Brettchen mit Gradeintheilung und Loth) nur rohe Resultate geben konnte, so wurde dieser Nachtheil dadurch auszugleichen gesucht, dass möglichst zahlreiche Messungen vorgenommen wurden. Für die ermittelte Höhe von 425 Meter ergab sich trotzdem ein wahrscheinlicher Fehler von noch 60 Meter.

Von dem bei diesem Versuche verwandten Thermographen giebt der bekannte Meteorologe des Blue Hill Observatory, Herr H. H. Clayton, in einer ferneren Mittheilung des Scientific American folgende genauere Beschreibung. Das Instrument, ein Richard'sches, war von Herrn S. P. Fergusson derart abgeändert worden, dass alle Theile desselben, mit Ausnahme des Bourdon-Rohres und des Uhrwerkes, aus Aluminium bestanden; über ersteres war zum Schutze gegen die Sonnenstrahlung eine dünne, aus demselben Metall bestehende Platte gebogen, so dass ein kleiner, unten offener Kasten entstand; das Fussbrett war statt aus Holz, aus gepresstem Filz gemacht, während die Seitenwände und der Deckel des Thermographenkastens ganz entfernt waren. Das so justirte Instrument wurde von zwei Aluminiumdrähten getragen, welche, unten an dem Fussbrett befestigt, oben an einem Ringe hingen, der an dem Ende einer Spiralfeder angebracht war. Diese hatte den Zweck, die Erschütterungen und Schwankungen, welche durch das Schaukeln des Drachens entstanden, aufzufangen. Oben an der Spiralfeder befand sich wieder ein Ring, mit dem der ganze Apparat an der Drachenleine zu befestigen war. Um denselben vollkommen gegen Strahlungseinflüsse zu schützen, wurde noch ein leichtes Korbgeflecht über ihn gedeckt, welches auf dem unteren Ringe der Spiralfeder aufsass. Die Gewichtsverhältnisse des so umgeänderten Instrumentes nebst Schutzvorrichtung stellten sich nun folgendermassen: Das Gewicht des Thermographen allein betrug 680 g, während ein solcher in der sonst gebräuchlichen Ausführung 3680 g wiegt; die dünne Aluminiumplatte war 60 g, der Korb 280 g schwer, sonach stellte sich das Gesammtgewicht des Apparates auf 1020 g, wobei allerdings die beiden Aluminiumdrähte, sowie die Spiralfeder nebst den beiden Ringen nicht berücksichtigt sind.

Herr Clayton stellt zum Schluss in Aussicht, dass in nächster Zeit Versuche mit einem von Herrn Fergusson zu construirenden Instrument gemacht werden sollen, welches ausser der Lufttemperatur auch den Luftdruck, die Windgeschwindigkeit und vielleicht auch die Luftfeuchtigkeit registriren wird.

Dr. Lachmann.

Neuere deutsche Reichspatente auf aëronautischem Gebiete.[1]) Patentertheilungen bis 24. September 1894: Klasse 77. Nr. 73587. Beweglich zwischen dem Ballon und der Gondel angebrachtes Schirmsegel für Luftschiffe. Dr. Theodor Schneider-Preiswerk in Basel. 16. April 1893. — Nr. 73608. Flugapparat mit Flügeln und Schaufelrädern. Gustav Koch in München. 29. März 1892. — Nr. 73799. Dreh-Propeller für Luftschiffe. Richard Czygan in Hermeskeil. 18. April 1893. — Nr. 74227. Luftschiff mit Ballons. Erich Lindenberg in Berlin. 14. Juli 1893. — Nr. 74282. Den Flügelschlag der Vögel nachahmender Drachen mit zusammenklappbarem Gestell. Eduard Watzek in Berlin. 20. August 1893. — Nr. 74293. Flugmaschine mit blasebalgähnlichen Anhängseln an den Ballons zur Aufnahme

[1]) Vergl. S. 134 d. lauf. Jahrg. dies. Zeitschr.

des beim Steigen sich ausdehnenden Gases. Louis Etienne Roze in Beziers (Frankreich). 5. Mai 1893. Gelöscht. — Nr. 75731. Luftballon mit einer der Luftströmung entgegen gerichteten Oeffnung. A. Riedinger und H. v. Siegsfeld in Augsburg. 10. Oktober 1893. — Nr. 75900 Luftschiff mit nach vorn geneigten Seitenflügeln und einem um eine wagerechte Achse pendelnden Schwanzsegel. Hermann Ammann in Thailfingen i. Württ. 10. August 1893. — Nr. 76087. Verfahren und Vorrichtung zum Abstossen von Flugmaschinen vom Aufstiegorte. August Riedinger und H. v. Siegsfeld in Augsburg. 11. Juni 1893. — Nr. 76158. Schraube zum Steuern von Luftschiffen. Hubbell Duane Hurlbut in Paterson (Grafschaft Passaic, Staat New-Jersey, V. St. A.). 18. November 1893. — Nr. 76287. Schaufelrad-Vorrichtung zum Vorwärtsbewegen und Steuern von Luftschiffen. Ernst Meyer in Hamburg. 23. December 1893. — Nr. 76315. Luftschiff ohne Ballon. J. H. Homeister in Hamburg. 26. Mai 1893. — Nr. 76575. Luftschiff in Bootsform. Magnus Fillmann in Amsterdam. 12. Oktober 1893. — Nr. 76576. Gondelartiges Röhrenreservoir für solche Luftschiffe, deren Flughöhe durch Verdünnung bezw. Verdichtung der Gasfüllung des Ballons geregelt wird. Gustav Adolf Scheinert und Otto Wendland in Berlin. 18. Oktober 1898. — Nr. 76727. Flache Metallbänder als Trag- und Versteifungsmittel bei Luftschiffs- und Schiffspropellern, Turbinen, Windmotoren und dergl. Hermann Ganswindt in Schöneberg bei Berlin. 24. December 1891. — Nr. 77026. Luftschiff mit einem um eine freie Achse rotirenden Ballon. Carl Freiherr von Wolff in München. 9. Juli 1893.

Litterarische Besprechungen.

L'Aéronaute. Bulletin mensuel illustré de la navigation aérienne. **27. Jahrgang, No. I. Januar 1894.** Die Redaction begrüsst den neuen Jahrgang mit einem Schmerzensschrei. Man freue sich im Publicum, dass jetzt Etwas geschaffen werde, aber — leider sei es nicht in Paris, sondern in Berlin. Der chauvinistischen Redaction des L'Aéronaute kann ein derartiges Schaffen keine Freude bereiten. Wie kommt Berlin dazu? In Paris ist doch die Luftschiffahrt geboren worden! Aber freilich, in Berlin giebt der Kaiser dem Deutschen Luftschiffahrts-Verein eine jährliche (!) Unterstützung von 31250 frs. Damit kann man etwas anfangen! Diese Einleitung enthält einen harten Vorwurf für die französische Regierung, der, wenngleich nicht zum Ausdruck gebracht, doch deutlich herauszufühlen ist. —

Der erste Artikel betitelt sich:

Der fliegende Mensch, Herr Otto Lilienthal von Hureau de Villeneuve.

Wenn wir uns auf den internationalen Standpunkt stellen, so verdient von den Mitgliedern aller aëronautische Ziele verfolgender Vereine kein anderes den Ehrennamen eines Nestors derselben als Dr. Hureau de Villeneuve. Er ist der geistige Leiter der Société française de la navigation aérienne, er ist der Begründer der Zeitschrift L'aéronaute, er ist beseelt von einem unermüdlichen Eifer gleiche Interessen zu verbinden und zur Thätigkeit in der Luftschiffahrt anzuspornen. Wenn ein Mann, dessen Namen wir mit solcher Achtung nennen, seine Ansichten über die Flugversuche Lilienthals öffentlich ausspricht, gebietet uns der Anstand seine Gedanken nicht flüchtig zu übergehen, sondern zu prüfen.

Herr Hureau de Villeneuve theilt zunächst mit, dass die Versuche Lilienthal's in der französischen Presse Aufsehen erregt haben und dass infolgedessen der französische Verein viele Anfragen darüber erhalten hätte, ob es wahr und über-

haupt möglich wäre, sich mit Flügeln in die Luft zu erheben. Er weisst sodann auf die Schädlichkeit des übertriebenen öffentlichen Euthusiasmus hin, dessen Anforderungen nie erfüllbar sind und der hernach in das Gegentheil umschlägt und Alles für schlechte Scherze hält. Hureau de Villeneuve spricht sich darauf über die Persönlichkeit Lilienthal's in anerkennender Weise aus, um schliesslich über dessen Flugversuche einige Betrachtungen anzustellen, die gewissermassen die Vorrede zu der folgenden von Herrn Frion gefertigten wörtlichen Uebersetzung der Arbeit Lilienthal's im Novemberheft des vorig. Jahrg. unserer Zeitschrift bildet. In sachlicher Beziehung stellt der Verfasser sodann wörtlich folgendes Frage- und Antwortspiel auf:

„Werden die Versuche die Lösung des Flugproblems herbeiführen? Ich glaube es nicht. Sind sie ganz neu? Ich wage das nicht zu behaupten. Aber es liegt in diesen Versuchen eine Wahrheit (sincerité), ein Streben etwas Gutes zu schaffen und ein Scharfsinn, die es nicht gestatten, sie unbeachtet zu lassen.“

Wie wir aus Lilienthal's Arbeit erfahren haben, besteht ein principieller Gegensatz zwischen seinen und seines Kritikers Anschauungen über den Werth parabolisch gekrümmter Flächen beim Fluge. Wir glauben es diesem Umstande zuschreiben zu müssen, dass Hureau de Villeneuve unseren verehrten Mitarbeiter Lilienthal aus der Gesellschaft der Flugtechniker eliminirt und ihn unter die Kategorie der Fallschirmkünstler setzt. Dass er aber hierin lange nicht der erste ist, wird an einer langen Reihe von Namen von Leonardo da Vinci angefangen bis auf die Circus-Akrobaten Gebrüder Henlon Lee nachgewiesen.

Er sagt wörtlich: „Der Apparat Lilienthal's ist ein lenkbarer Fallschirm. Man weiss, dass der Fallschirm ein sehr alter Apparat ist.“

Die grosse Hochachtung, welche wir für den Nestor der Luftschiffahrt haben, giebt uns die Zuversicht, dass er diesen sozusagen „gebrochenen Stab“ über Herrn Lilienthal wieder ganz machen wird, und daran glauben wir um so mehr, als er eigentlich zum Schluss Einzelheiten der betreffenden Flugversuche sehr wohlwollend bespricht und in seiner allemal anregenden Weise auch hierbei seinen Landsleuten einen Sporn giebt mit den Worten „je désirerais vivement les (Versuche) voir reproduites en France.“ Es sei uns gestattet anzudeuten, worin Herr Hureau de Villeneuve unserer Meinung nach sich in Irrthum befindet. Er spricht zunächst immer von einem „Apparat“ des Herrn Lilienthal. Unser gelehrter Mitarbeiter hat, wie man aus allen seinen Arbeiten ersehen kann, seinen **Schwerpunkt niemals im Apparat**, sondern nur **allein im Fliegen** gesucht. Es ist dies der gewaltige Unterschied zwischen ihm und allen seinen sogenannten Vorgängern. Er besitzt auch keinen Fallschirm. Denn letzteren pflegen wir dahin zu definiren, dass er, ob lenkbar oder unlenkbar, ein Apparat ist, mit dem man sich senkrecht herabfallen lässt und allenfalls mit dem Winde fliegt, daher der Name „Fallschirm.“ Herr Lilienthal indessen läuft eine schiefe Ebene herab gegen den Wind und fliegt auch **gegen** den Wind, ja, der Gegenwind ist eine Grundbedingung für seinen Flug. Wenn er keine Flügelschläge macht, so liegt es eben daran, dass er zunächst Vorübungen für den Flug anstellt, er hat es aber bereits ausgesprochen, dass er die Versuche demnächst mit Flügelschlägen fortsetzen wird.

Was waren aber alle diese Vorgänger, der Schlosser Besnier, Marquis de Bacqueville, Letour u. s. w. anderes als Erfinder gewöhnlichsten Schlages, Leute, wie sie heute zu hunderten mit ihren Gesuchen und Versuchen Staatsbehörden und Vereine belästigen! Wir haben sie, wenn wir ehrlich sein wollen, ausgegraben aus dem Pfuhl der Vergessenheit, damals, als wir noch nicht in der Lage waren, Besseres zur Nacheiferung für das heranwachsende Geschlecht bieten zu können, wir haben Leute damit unsterblich gemacht, die es garnicht verdienten, nur um

unsere Verlegenheit zu verdecken. Jetzt ist das Alles mit einem Schlage anders geworden. Ich will auch auf die Versuche der ernsteren Forscher zurück kommen. Penaud, ein Mann, den wir hochschätzen, der leider zu früh für uns gestorben ist, was hat er uns in der Aviatik hinterlassen? ein Spielzeug! Renard, zu dessen Namen ich keine Ergänzung zu machen brauche, wann ist er mit seinem lenkbaren Fallschirm, den er auf der Ausstellung 1889 ausgestellt hatte, gefallen? Niemals! Und alle diese Herren haben sich an ihre Apparate, an das Mittel zum Fliegen angeklammert! Wir glauben, dass diese Andeutungen genügen und hoffen, dass die Arbeiten unseres verdienten Mitgliedes Herrn Lilienthal auch seitens des Nestors der Luftschiffahrt, seitens Herrn Hureau de Villeneuve die verdiente volle Anerkennung zu Theil werden wird, zumal wenn derselbe berücksichtigt, dass es sich nicht um den Apparat, sondern um den Anfang von Versuchen handelt. —

Flug-Versuche in der Luft von O. Lilienthal übersetzt von O. Frion. Die Uebersetzung, die übrigens eine vortreffliche genannt zu werden verdient, fängt wohl nicht ohne Absicht mit der Stelle an, wo Herr Lilienthal von den seitens der französischen Regierung bewilligten Mitteln zur Vornahme von Luftwiderstandsversuchen spricht. Die Redaction benutzt die Gelegenheit, diese irrige Ansicht von der Freigebigkeit der französischen Regierung richtig zu stellen. Der Sitzungsbericht der französischen Luftschiffer-Gesellschaft vom 7. XII. 93 beschliesst das Heft.

L'Aéronaute. Nr. 2. Februar 1894 enthält: Emile Veyrin, Ein Wort über den fliegenden Mann. Er lobt die Versuche Lilienthals, meint jedoch, dass derselbe der gewölbten Fläche zu viel Werth beilege. Zum Schluss regt er dazu an, Versuche in gleicher Art anzustellen, um nicht hinter Deutschland zurückzubleiben, welches von seinem Souverain hierin unterstützt würde.

Octave Chanute: Eröffnungsrede der aëronautischen Section auf dem Congress der Civil-Ingenieure zu Chicago, gehalten am 1. August 1893. Die Rede enthält einen allgemeinen Ueberblick über den derzeitigen Stand der Flugtechnik.[1])

Sitzungsberichte vom 21. December 1893, 4. und 18. Januar 1894.

Moedebeck.

Aeronautics[2]). Januar, Februar, März 1894. Die Zeitschrift bringt in diesen Heften zunächst den Langley'schen Vortrag über die innere Arbeit des Windes. Ueber denselben ist bereits früher berichtet (s. diese Zeitschrift XIII p. 106). — Ueber die Langley'sche Theorie erhob sich unter den Mitgliedern des aeronautischen Congresses in Chicago eine lebhafte Erörterung, und ziehen sich daher durch eine ganze Reihe von Heften der Aeronautics vielfache Meinungsäusserungen, in denen Langley's Theorie in der allerverschiedensten Weise beurteilt wird.

Professor Church hält die Langley'sche Erklärung des Segelfluges für richtig. Er giebt aus der älteren Litteratur einige Beläge um zu zeigen, dass die Theorie von den intermittirenden Windstössen bereits früher mehrfach ausgesprochen sei. Er schlägt sodann vor, die Pulsationen des Windes mit Hülfe eines Ballons zu registrieren; da der Ballon die mittlere Luftbewegung annimmt, so muss in der That ein am Ballon befestigter Registrirapparat die Differenzen zwischen den local

---

[1]) Vergl. S. 167 ff. d. lauf. Jahrg. dies. Zeitschr.

[2]) S. d. Besprechung früherer Hefte pag. 167 ff. dies. Jahrg.

wechselnden Windstössen und der mittleren Luftbewegung ganz besonders deutlich erkennen lassen.

Lebhafte Zustimmung zur Langley'schen Theorie äussert Carl Myers; er sei durch Experimente über die Bewegungen von Drachen mit beweglichem Rückengestell bereits früher zu ähnlichen Ergebnissen geführt worden und hofft, dass die Pulsationen des Windes für die Lösung des Problems des freien Fluges benutzbar sein würden.

Dem gegenüber führt de Volson Wood aus, dass in demselben Masse, wie die Grösse der Tragflächen zunimmt, die Wirkung der streifenweise nebeneinander befindlichen verschiedenen Windgeschwindigkeiten geringer werde. Er ist der Ansicht, dass bei den grossen Flugmaschinen, die das Gewicht des Menschen zu tragen im Stande seien, nur die mittlere Windgeschwindigkeit zur Wirkung käme.

Sehr abfällig beurtheilt Professor Johnson die Langley'sche Theorie (s. diese Zeitschr. XIII, pag. 133). —

Hastings giebt den Schluss seiner Abhandlung über das Problem des Fluges. Das Gewicht des Motors dürfe höchstens 10—15 Pfund pro Pferdekraft betragen; bei der Berechnung des Gewichtes müsse bei einem Explosionsmotor Feuerungsmaterial und Kühlwasser, bei einer Dampfmaschine Dampfkessel, Wasser und Kohlen, bei elektrischen Maschinen die Batterie in dem Gewichte des Motors einbegriffen sein. Die Berechnung ergiebt, dass die Wasserdampfmaschine unverwendbar ist; nur die Gasmaschine und elektrischer Betrieb scheinen anwendbar. Die Vorzüge und Mängel der Gasmaschine werden besprochen; der Autor entscheidet sich für die Anwendung der Dampfturbine, er glaubt, diese allein könne möglicherweise einmal in der erforderlichen Leichtigkeit construirt werden. Bis aber dieses schwierige und vielleicht unlösbare technische Problem gelöst sei, empfiehlt Hastings Experimente unter Anwendung der Elektricität; dieselbe gestatte den Motor leicht und klein zu construiren und man könne, indem man die schwere Batterie auf der Erde liesse, dem Motor durch einen leichten Draht die erforderliche Kraft zuleiten.

Fergusson: Ueber Anemometer. Die Prüfung der Anemometer auf ihre Empfindlichkeit wird meist in der Art ausgeführt, dass man den Apparat auf einem drehbaren Hebelarm um eine verticale Axe in eine Bewegung setzt, deren Geschwindigkeit man genau kennt. Untersuchungen mit derartigen Rotationsapparaten sind in letzter Zeit namentlich durch Marvin und Dines ausgeführt worden. Die Vergleichung der von diesen beiden Forschern geprüften Apparate ist durch Fergusson begonnen; er giebt über die erhaltenen Ergebnisse vorläufige Mittheilungen.

Vogt: Der Luftpropeller. Die meisten Versuche über die Wirksamkeit des Luftpropellers, d. h. einer rotierenden Segelfläche, welche zur Fortbewegung von Schiffen benutzt werden soll, sind im Jahre 1888 in England angestellt worden. Die in verschiedenen englischen Zeitschriften veröffentlichten Aufsätze über diese Versuche werden nun durch Vogt zusammengestellt und es wird eine kurze Darstellung der wichtigsten Resultate gegegeben.

Dow: Gasturbine für Luftschiffe. Eine von Dow construirte Dampfturbine, die sich auf der Chicagoer Weltausstellung befand, wird eingehend beschrieben. Sie ist, wie der Erfinder selbst angiebt, für den Betrieb einer Flugmaschine zu schwer. Nach des Autors Ansicht lasse sich ein guter Erfolg erwarten, wenn für den Betrieb eines Flugapparates Naphtha und Petroleum verwendet würden; diese Stoffe müssten in Gasform und mit Luft gemischt zum Betriebe eines Explosionsmotors dienen.

Thurston: Ueber die Materialien für den Bau von Flugapparaten. Der Verfasser untersucht die wichtige Frage, welche Materialien für den Bau von Flugapparaten am geeignetsten sind. Er stellt fest, wie grosse Gewichte der verschiedenen Stoffe zur Anwendung kommen müssen, um einer gestellten Forderung in Bezug auf Zugfestigkeit, Druckfestigkeit u. s. w. zu entsprechen. Das Ergebniss der zahlreichen nach wohl durchdachtem Plane ausgeführten und in grosser Uebersichtlichkeit vorgelegten Vergleichungen ist, dass Stahl von allen bekannten Metallen und Metalllegierungen weitaus das leistungsfähigste ist. Der Stahl übertrifft auch Holz, Seide, Hanf und die anderen Materialien organischen Ursprungs.

Müllenhoff.

Vereinsnachrichten.

Protokoll der 1. (145.) Sitzung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt vom 16. April 1894.

Vorsitzender: Prof. Assmann. Schriftführer: Berson.

Der Vorsitzende eröffnet die Sitzung, indem er zunächst mittheilt, dass sich die Herren Major Nieber (Commandeur der Königl. Luftschiffer-Abtheilung), sowie Dr. phil. Kandt, Berlin, zur Mitgliedschaft angemeldet haben.

Es wird darauf vom Vorsitzenden, Prlt. Gross sowie Hrn. Berson über die Arbeiten auf dem Gebiete der wissenschaftlichen Ballonfahrten in Kürze berichtet. Insbesondere theilt Prof. Assmann mit, dass nun alle Vorbereitungen zu der geplanten Hochfahrt, verbunden mit der Auffahrt mehrerer anderer Ballons, soweit gediehen seien, dass man hoffen könne, dieselbe Anfang Mai auszuführen. Der Registrir-Apparat für den unbemannt in grosse Höhen hinaufzusendenden kleineren Ballon sei im Bau weit vorgeschritten; der photographische Theil desselben würde noch vorher bei einer bis ca. 5000 m Höhe hinaufgehenden „Phönix“-Fahrt (mit Leuchtgas) erprobt werden. Ebenso würden dabei die Sauerstoff-Athmungsapparate einer definitiven Probe unterworfen werden; das Wasserstoffgas zur Füllung des „Phönix“ sei bei den „Vereinigten chemischen Fabriken zu Stassfurt-Leopoldshall“ in Auftrag gegeben und beinahe fertig. — Wegen der Berichte über die Ballonfahrten vom Februar, März und April siehe die diesbezüglichen „Vorläufigen Berichte“ in dieser Zeitschrift.

Hierauf ergreift Prof. Müllenhof das Wort zu dem angekündigten Vortrage über „Leonardo da Vinci's Arbeiten über das Flugproblem“, um etwa Folgendes auszuführen:

Leonardo da Vinci, der grosse Künstler der Renaissance, ist der erste, dem wir ernsthafte Entwürfe, das Flugproblem zu lösen, verdanken. Er hat sich eine lange Zeit und mit grossem Eifer mit diesen Arbeiten beschäftigt. Unter seinen hinterlassenen Papieren finden sich mehr als 100 Zeichnungen, die sich auf die Construction von Flugmaschinen beziehen; und die Mehrzahl derselben ist so klar gezeichnet und so vollständig ausgeführt, dass sich die Idee des kühnen Projectenmachers sofort ergiebt.

Leonardo da Vinci begann seine Studien über die Flugapparate in ganz rationeller Weise mit einer gründlichen, auf Beobachtung und Experimente basirten

Untersuchung des Vogelfluges; er stellte eine Theorie der Flugbewegungen auf, die den modernen Anschauungen sehr verwandt ist. Sodann ging er an die Nachahmung dessen, was ihm als das Wesentliche an den Bewegungen des Vogels erschien. Schritt für Schritt wurde er dabei durch seine Erfahrungen zu immer neuen Constructionen geführt und es finden sich fast alle Vorschläge, die bezüglich der rein mechanischen Fortbewegung in der Luft bis auf den heutigen Tag gemacht worden sind, in den Leonardo'schen Skizzen wenigstens angedeutet.

Nach Leonardo sollte die zum Fluge erforderliche Arbeit von der menschlichen Muskelkraft geleistet werden; als tragende Flächen dachte er sich Flügel. Betrachtet man seine Darstellungen der fliegenden Menschen, so fällt zunächst auf, dass Leonardo die Flügel nicht etwa in der Mitte des Rückens anklebt, wie es die modernen Maler zu thun pflegen, wobei sie in sclavischer Nachahmung kindischer Vorbilder aus dem Alterthum ihre Genien und Engel mit Gänsefittichen ausstatten, oder die Dämonen und Teufeln mit Fledermausflügeln versehen. Zu derartigen anatomischen Ungeheuerlichkeiten hatte Leonardo denn doch zu viel Kenntnisse von den im menschlichen Körper bestehenden Einrichtungen. Als Flügel wollte Leonardo die Arme des Menschen wirken lassen; sie sind nach dem Vorbilde der Fledermausflügel gestaltet. Ursprünglich sollten diese Flügel durch die Arme in Bewegung gesetzt werden; doch erkannte Leonardo bald, dass die Arme allein nicht stark genug seien, um die nöthige Kraft zu leisten und begann daher eine neue Reihe von Entwürfen, bei denen er die Kraft der Arme und Beine gleichzeitig für die Bewegung der Flügel nutzbar machte.

Schon dadurch, dass er die Beine neben den Armen zur Arbeitsleistung bei dem Fluge heranzog, ging Leonardo da Vinci über eine blosse Nachahmung der Natur hinaus. Einen weiteren noch wichtigeren Schritt in derselben Richtung that er, indem er die schlagende Bewegung der Flügel in eine drehende, die stossweise unterbrochene in eine gleichförmige verwandelte: er construirte eine um eine feste Axe allmählich ansteigende Schraube. Durch Drehung der Axe wurden die Schraubenflächen bewegt und dadurch ein Druck auf die Luft ausgeübt. Leonardo erfand also die Benutzung der Schraube für die Ortsbewegung und wurde dadurch der Vorgänger von Ressel, Sauvage und Bernoulli.

Wie gründlich er bei diesen Arbeiten zu Werke ging, zeigt der Umstand dass er über die Grösse des Widerstandes, den die Luft den schlagenden Flügeln sowie den vertical wirkenden Hubschrauben entgegenstellt, Versuche machte; er erfand ein eigenthümliches sinnreiches Dynamometer.

Wohl im Anschlusse an diese Versuche kam ihm dann der Gedanke des Fallschirmes, und zwar ist seine Construction im Wesentlichen dieselbe, wie die im Jahre 1781 von Lenormand angewandte.

Die praktische Ausführung der auf das Flugproblem bezüglichen Arbeiten Leonardos scheiterte an der betrübenden Wahrnehmung, dass die menschliche Muskelkraft nicht ausreicht, das Gewicht des Menschen in die Höhe zu heben oder auch nur dauernd in der Höhe zu erhalten.

Immerhin hat Leonardo da Vinci das Verdienst, zuerst die Möglichkeit der Erhebung des Menschen vom Erdboden durch dynamische Vorrichtungen ins Auge gefasst zu haben.

Die sich anschliessende kurze Discussion erzielt keine wesentlich neuen Momente und nach Proclamirung der Eingangs erwähnten Herren wird die Sitzung um $9^1/_2$ Uhr geschlossen.

Protokoll der 2. (146) Versammlung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt am 28. Mai 1894.

Vorsitzender: Prof. Assmann. Schriftführer: H. Berson.

Der Vorsitzende begrüsst zunächst die sehr zahlreich erschienenen Gäste, darunter Excellenz v. Helmholtz, und theilt mit, dass sich zur Mitgliedschaft gemeldet haben die Herren: Hauptmann Klussmann von der Königl. Luftschiffer-Abtheilung, Schöneberg b. Berlin, und Dr. Stade vom Königl. Meteorol.-Magnet. Observatorium, Potsdam. Es wird zunächst beschlossen, die Tagesordnung dahin zu ändern, dass an erster Stelle der Bericht über die am 11. d. M. ausgeführte Hoch- und Simultanfahrt entgegengenommen wird. Nach Erledigung mehrerer unwesentlichen geschäftlichen Mittheilungen ergreift darauf zunächst Hr. Prlt. Gross das Wort zu dem genannten Berichte und führt im Wesentlichen Aehnliches aus, wie in dem besonderen, dieser Fahrt gewidmeten Artikel im Augustheft dieser Zeitschrift. Ebenso wird wegen der in vorläufiger Form durch Hr. Berson mitgetheilten wissenschaftlichen Resultate dieser Fahrt auf diesen Artikel verwiesen Derselbe unterwarf noch die Höhenberechnungen und Temperaturbeobachtungen der vorher durch Robertson, Biot und Gay-Lussac, Barral und Bixio, Welsh, Coxwell und Glaisher, sowie Tissandier, Sivel und Crocé-Spinelli ausgeführten Hochfahrten einer kurzen kritischen Beleuchtung. Hierauf machte Dr. Süring ergänzende Mittheilungen über die gleichzeitige Fahrt des Ballons „Posen". Des Weiteren gedachte noch Prof. Assmann in einigen Worten der durch ihn und Dr. Stade im Fesselballon gemachten Beobachtungen und berichtete, dass obwohl durch ein bedauerliches Versehen die Fahrt des Registrirballons „Cirrus" bereits nach 7 Minuten in 700 m ihr Ende gefunden, die Methode der photographischen Registrirung sich als durchaus einwandfrei herausgestellt habe. (Vergl. den Aufsatz von Prof. Assmann im Juliheft.) Der Vorsitzende theilte im Anschlusse darauf noch mit, dass er bei einer inzwischen unternommenen Reise nach England den Altmeister wissenschaftlicher Luftschiffahrt, James Glaisher, in seinem Tusculum besucht habe, wie der greise Gelehrte mit grösstem und lebhaftestem Interesse sich über die Arbeiten des „Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt" auf diesem Gebiete, die ihm von Prof. Assmann als Fortführung seines für alle Zeit denkwürdigen Werkes bezeichnet wurden, erkundigte und schlägt vor, James Glaisher zum Ehrenmitgliede des Vereins zu proclamiren, was durch lebhaften allseitigen Zuruf angenommen wird.

In der lebhaften Discussion sprach zunächst Hr. Geh. Rath v. Bezold den Theilnehmern an der Fahrt im Namen der Deutschen Meteorologie den Dank aus und beleuchtete die Wichtigkeit der gefundenen Resultate. Exc. v. Helmholtz unterwarf hierauf die physiologischen Beobachtungen der beiden Luftschiffer einer eingehenden und in hohem Grade belehrenden Betrachtung. Wiederholte, auf seine Anfragen hin gemachte ergänzende Mittheilungen der Hrn. Gross und Berson in dieser Richtung boten Hrn. v. Helmholtz den Anlass, darauf hinzuweisen, wie die meisten in der bis auf $1/3$ Atmosphäre verdünnten und auf $-36^1/_2$ C° abgekühlten Luft auftretenden physiologischen Störungen, vor allem aber das von ihm als besonders interessant und merkwürdig bezeichnete zeitweilige Aussetzen des Sehvermögens wohl auf Stockungen in der regelmässigen Blutzufuhr zurückzuführen sind. Nach Besichtigung der graphischen Darstellungen und Tabellen zu der Fahrt sowie Proclamirung der Eingangs erwähnten Herren zu Mitgliedern wurde wegen vorgerückter Zeit der angekündigte Vortrag des Prof. Müllenhof über das Kreisen der Raubvögel auf die nächste Sitzung verschoben, und um 10 Uhr die Sitzung geschlossen.

Berson.

Die Hochfahrt des „Phönix" vom 4. December 1894.

Von **A. Berson.**

Am 3. December Abends trafen wir — zwei Officiere der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung nebst Begleitungs-Mannschaft und der Unterzeichnete — in Stassfurt ein, nachdem ich schon 14 Tage vorher dortselbst einen passenden Platz zur Füllung ausgewählt und alle Einzelheiten derselben besprochen hatte.

Der am Abend sehr böige, lebhafte Ostwind, welcher die Ausführbarkeit einer Hochfahrt in Frage zu stellen schien, legte sich im Verlaufe der Nacht und um 5 Uhr früh schritten die Herren Prlt. Gross und Prlt. Märker bei dem Lichte rasch hergestellter elektrischer Scheinwerfer zur Füllung des „Phönix" mit 2000 Cubikmeter Wasserstoff.

Um den besonderen Zwecken und Umständen dieser Fahrt gerecht zu werden, nahm ich folgende Aenderungen gegen unsere gewöhnlichen Anordnungen vor:

1) Der über 80 Pfd. schwere Anker wurde nicht mitgenommen.

2) Der 200 m lange „Schleppgurt" wurde bereits vor dem Beginne der Fahrt in der Richtung des Windes auf dem Felde ausgelegt, um nicht allein die schwere Arbeit des Herunterlassens — derselbe wiegt 82 Kilo — verrichten zu müssen und die physischen Kräfte schon am Anfange der Fahrt stark anzugreifen.

3) Die Aufhängung sämmtlicher Instrumente und Korb-Utensilien wurde nach reiflicher Erwägung möglichst derart getroffen, um auch bei starker Erschöpfung in grossen Höhen die gleichzeitige Führung resp. Beherrschung des Ballons und gewissenhafte Wahrnehmung der wissenschaftlichen Beobachtungen zu gestatten.

Um 10 Uhr 28 Min. schüttelte ich den anwesenden Herren die Hand und gleichzeitig ertönte das Commando: „Los!"

Ein Blick aus dem Korbe belehrte mich, dass der Ballon seinen Schleppgurt rasch in die Höhe hob — nur einmal half ich mit einem Ballastsack nach —, rapide dehnte sich das Gas aus, dem „Phönix" seine normale Kugelform verleihend; in einer Viertelstunde waren bereits 2000 m erreicht.

Stassfurt war in NWlicher Richtung überflogen, prachtvoll lag der ganze Harz am Horizont zu meinen Füssen.

Es war im Allgemeinen dunstig und dichte Schaaren kleiner Wölkchen bedeckten hin und wieder die Erde unter mir, die jedoch zunächst noch durchaus sichtbar blieb. Die Temperatur nahm anfänglich bis in erhebliche Höhen zu: in ca. 1500 m herrschten über 5° Wärme.

Abwechselnd machte ich stets eine doppelte, möglichst vollständige Reihe von Ablesungen der Instrumente, warf einen Blick auf den Ballon, meine Leinen und die Erde und schleuderte 2 Sack Ballast mit einem Male über Bord.

Eine Stunde nach der Abfahrt waren in dieser Art 5000 m überschritten worden; die Temperatur sank auf — 18°, und es wurde sehr trocken; die Sonnenstrahlung war nur schwach.

Bei ca. 4200 m hatte sich das erste leichte Herzklopfen nach Heben der schweren Sandsäcke eingestellt; doch waren nun auch die frei im Korbe aufgestapelten Sandvorräthe verbraucht und ich konnte mich jetzt auf das bequeme Abschneiden der angebundenen Säcke beschränken.

Um 11 Uhr 49 Min. erreichte ich 6000 m — das Thermometer sank auf — 25,5°, über meinen Zustand finde ich die Notiz: „leichtes Herzklopfen, leichte Befangenheit! sonst wohl."

Um 12 Uhr, also $1\frac{1}{2}$ Stunden nach der Abfahrt, begann ich bei 6750 m und — 29° Sauerstoff einzuathmen: mit vorzüglicher Wirkung.

Sack auf Sack flog über Bord; 25 Minuten nach 12 Uhr überschritt ich 8000 m, bei einer Lufttemperatur von ca. — 39°, und hiermit unsere Maximalhöhe vom 11. Mai (7930 m).

Unvergleichlich besser war das Wohlbefinden, als damals — doch durfte ich von jetzt an, noch höher gehend, die Sauerstoffathmung nicht auf mehr als ein paar Secunden aufgeben, ohne Schwindel und gefährliches Nachlassen der Kräfte zu empfinden.

Stetig die künstliche Athmung fortsetzend, verrichtete ich jedoch continuirlich und mit verhältnissmässiger Leichtigkeit alle Arbeiten. Ein einziges Mal fielen mir die Augen zu — augenblicklich ermannte ich mich jedoch mit lautem Schelten auf meine eigene Schlappheit; eigenthümlich dumpf schallte die Stimme in dieser dünnen Luft.

Bei 7700 m hatte ich die Höhe überschritten, in der Glaisher seine letzte Temperaturablesung vorgenommen nach seiner Angabe in den Voyages aériens —, bei ca. 8200 m musste ich der beiden französischen, im Dienste der Wissenschaft in dieser Höhe verschiedenen Forscher gedenken, bei ca. 8500 m war auch die grösste Erhebung erreicht[1]), die Glaisher am 5. Sept. 1862 an seinem Barometer ablas, um hierauf in tiefe Ohnmacht zu fallen, aus der er erst erwachte, nachdem sein Begleiter den Ballon in seinem weiteren Steigen aufhielt.

Nach momentaner Selbstprüfung und Umschau in meinem Ballastvorrath glaubte ich es verantworten zu können, meinen Aufstieg noch weiter fortzusetzen. Die Temperatur war indessen auf — 42° gesunken.

Bei 9000 m Höhe durchschnitt ich endlich die von mir seit früh hoch am Himmel wahrgenommene, nur ganz dünne, schleierartige Schicht von

[1]) Auf die wahrscheinliche Temperatur reducirt; Glaisher's Temperaturen sind alle wegen mangelhafter Instrumente zu hoch.

Cirrostratus-Wolken. Sie bestanden nicht aus Eiskrystallen, sondern aus wohlgebildeten kleinen Schneeflocken.

Um 12 Uhr 49 Min., also $2^1/_3$ Stunden seit Anfang der Fahrt, zeigte das Barometer einen Stand von nur noch 231 Millimetern, was einer rohen Seehöhe von 9600, nach Einführung des Temperaturfactors in die Berechnung einer wahren Höhe von rund 9150 m entspricht.

Das Thermometer war auf — 47,9° gesunken; selbst das Quecksilber im Barometer hatte sich auf — 29° abgekühlt und das Strahlungsthermometer zeigte in voller Sonne nur — 23,8°[1]).

Jetzt hielt der Ballon inne; ich hatte nur noch 6 grosse und 1 kleinen Sack Ballast und durfte diesen zur Sicherheit des Herabgehens und der Landung nothwendigen Vorrath nicht weiter anrühren. Ich war aus der dünnen Schneewolke gestiegen: rein von Wolken, doch nur mattblau wölbte sich über mir der kalte Himmel.

Mein Befinden hätte es mir sicherlich gestattet, mit Vorsicht noch um 1000 m höher zu gehen. Allein ich durfte es nicht thun, ohne aëronautisch direct falsch zu handeln und noch am Schluss die gelungene Fahrt zu gefährden.

In der grössten Höhe von 9150 m. finde ich die Notiz: „ich fühle mich lächerlich wohl“ — „viel wohler als kurz vorher“. —

Noch einmal erreichte der „Phönix“ fast dieselbe Höhe, etwa 9100 m, noch einmal las ich — 47° ab, und zog hierauf das kleine Manövrirventil.

Mässig schnell begann jetzt der Ballon zu fallen, um schon bei 7500 m von selbst abzustoppen und wieder nach oben umzukehren. Doch brachte ihn ein mehrfacher Zug am Ventil zurück.

Indessen hatte ich, in noch 8500 m. schwebend, einen Fluss mit mächtigen Windungen überflogen — es war die Elbe. Lage des Städtchens und Kanals gestatteten es hernach festzustellen, dass diess bei Dömitz gewesen war.

Die grimmige Kälte begann nun doch mit der Zeit ihre Wirkung zu äussern — ich zitterte in meinem Pelz an allen Gliedern so stark, dass ich mich momentan am Korbrande anhalten musste.

In langsamen Wellen ging der Ballon herunter — so mässig war sein Fall, dass ich während des ganzen Abstiegs nur einen einzigen Sack Ballast in 3500 m. zu dessen Milderung verbrauchte.

---

1) Es sei hier zu den Höhen- und Temperatur-Angaben ausdrücklich hervorgehoben, dass der Luftdruck am Quecksilber-Barometer bei Ruhe-Lage des Ballons abgelesen ist — ausserdem an einem grossen Bohne'schen Aneroid; ein selbstregistrirendes Barometer (Barograph) lieferte eine fortlaufende Curve, die als Belag der erreichten Höhe dient. In Voraussicht der tiefen Temperaturen wurden, wie schon mehrfach vorher, sorgsam in der phys.-techn. Reichsanstalt geprüfte Alkoholthermometer in das Aspirationspsychrometer eingesetzt, da das Quecksilber bei — $39^1/_2$° gefriert. Die Höhe ist unter Berücksichtigung der vorgefundenen verticalen Temperaturvertheilung berechnet.

Dagegen war ich vielmals gezwungen durch Ventilziehen den „Phönix" von einem rapiden Wiederaufsteigen zurückzuhalten. Die Erde unter mir war indessen ganz von einer geschlossenen Wolkenschicht bedeckt worden und jede Orientirung verloren.

Der lang andauernde Abstieg gestattete es, im Heruntergehen eine vollständige 2. Reihe von Beobachtungen auszuführen. Auch jetzt wurde die höchste Temperatur in ca. 1400 m. mit nun beinahe + 6° gefunden. Von hier an zur Erde wurde es wieder um ca. 5° kälter. Noch ein volle Stunde nach der Culmination war ich in 5200 m; zwei Finger waren mir erfroren, doch brachte ich sie durch energisches Reiben wieder zum Leben. Auch der Barograph war in der enormen Kälte vorübergehend stehen geblieben. Als es 3 Uhr wurde und der Himmel im Norden bedenklich nach einem „Wasserhimmel" der Seeleute aussah, beschloss ich den Ballon zu entschiedenerem Fallen zu bringen. Noch machte er, in 500 m auf den unteren Wolken angelangt, ein paar Wellenbewegungen, wie gewöhnlich auf der Wolkenoberfläche „schwimmend" — ich hörte eine grössere Stadt und Dampfpfeifen. und als sich dieses Geräusch verlor, zwang ich den Phönix durch die Wolken. In 250 m erst erschien die graue, von einem trüben Himmel bedeckte Erde — am Schleppgurt überflog ich einen See und landete ziemlich leicht mit Hülfe herbeieilender Landbewohner um 3 Uhr 45 Min. auf einem Sturzacker.

Ich erfuhr, dass ich in Schönwohld westlich von Kiel war; es war dies derselbe Abend des 4. Decembers, an welchem der Stifter des „Phönix", Se. Maj. der Kaiser, in Kiel weilte.

Rasch wurden in der hereinbrechenden Dunkelheit die absolut intacten Instrumente und der Ballon verpackt und über Kiel-Altona die Rückreise angetreten. 5 Sack Ballast wurden noch zur Erde mitgebracht. Der Abstieg hatte volle 3 Stunden, der Aufstieg 2 Std. 20 Min. gedauert.

Die eingehendere Darstellung der wissenschaftlichen Ergebnisse muss einem späteren Zeitpunkte vorbehalten bleiben. Als wichtigste Resultate mögen nur kurz hervorgehoben werden:

1) Die Erreichung einer grösseren Höhe, als dies je bisher gelungen.

2) Die Feststellung einer ungemein tiefen Temperatur in dieser Höhe und einer sehr viel stärkeren Temperaturabnahme zwischen 1500 m und 9200 m, als man bisher für den Winter je angenommen.

3) Temperatur-Umkehr früh und Abends bis 1500 m.

4) Verhältnissmässig sehr schwache Insolation, selbst in der grösten Höhe, im Gegensatze zum Mai d. Js.

5) Wohl im Zusammenhange damit verhältnissmässige Feuchtigkeit der höchsten Schichten und feiner Dunst am Himmel bis in enorme Höhen hinauf (über 10000 m).

6) Schneeflocken-Structur der Cirrostratus-Wolke in 9000 m.

7) Gewaltige Zunahme der Windgeschwindigkeit nach oben: bei nahezu vollkommener Windstille auf der Erde wurden in 5 Stunden 17 Min. über 310 km zurückgelegt, was einer mittleren Geschwindigkeit von $16^1/_3$ m. p. Sec. entspricht.

Die erste Fahrt des „Humboldt“.

2) Meteorologische Ergebnisse.

Von Dr. V. **Kremser**.

Vorbemerkungen. Instrumente und deren Correctionen.

Die erste Fahrt des „Humboldt“, deren allgemeinen Verlauf unser Ballonführer, Herr Premierlieutenant Gross bereits im vorigen Hefte dargestellt hat, muss in mehrfacher Hinsicht noch als eine Probefahrt angesehen werden. Galt es doch, nicht nur den neuen Ballon mit seinen neuen aëronautischen Apparaten und Einrichtungen[1]) zu erproben, sondern auch das wissenschaftliche Instrumentarium, zum Theil wenigstens, unter fortgesetzter vorsichtiger Controlle zu halten.

Zwar war dasselbe nur wenig gegen die gewöhnliche Ausrüstung bei den Fahrten des Ballons „M. W.“ [2]) vermehrt, nämlich um einen Richard'schen Barographen und einem nach Assmann's Angaben von Fuess construirten Aspirationsthermographen, indessen verursachte die wiederholte Ingangsetzung und die Bedienung des letzteren mannigfache Störungen in der regelmässigen Ablesung der Aspirationspsychrometer und der Barometer, sodass mehrmals längere Zeiträume, bis zu einer Viertelstunde, ohne Beobachtungen verstrichen. Wie sich schliesslich bei der Prüfung des Thermogramms herausstellte, erscheinen die Registrirungen nur in sehr beschränkter Weise verwendbar und wurden daher auch bei der vorliegenden Bearbeitung ausgeschlossen. Worin die Mängel des Thermographen bestanden und wie dieselben gehoben wurden, wird später in einer besonderen Abhandlung von Professor Assmann eingehend erörtert werden.

Am empfindlichsten erweist sich die Beobachtungslücke zu Beginn der Fahrt, indem die Zwischenzeit vom Aufstiege bis zur ersten Beobachtungsreihe fast eine halbe Stunde beträgt. Hieran hat jedoch nicht so sehr dieser Apparat die Schuld, als vielmehr der Umstand, dass bei der Anwesenheit der Allerhöchsten Herrschaften und des zahlreich erschienenen Publikums die Vorbereitungen erklärlicherweise nicht mit der üblichen Ruhe getroffen und die Instrumente nicht von vornherein in die gehörige Lage gebracht werden konnten. Dies war vielmehr die erste Aufgabe in

---

1) Siehe diese Zeitschr. Jahrg. 1893, S. 155 ff. u. 205 ff.

2) Vergl. diese Zeitschr. Jahrg. 1892, S. 70 ff.

der Höhe für die Beobachter, während der Ballonführer allerdings sogleich sattelfest war, das Terrain recognoscirte, sein Aneroid ablas und hierüber Notirungen machte. Die meteorologischen Beobachtungen waren im Allgemeinen so getheilt, dass der Ballonführer auf Aneroid und richtige Function des Barographen achtete, Professor Assmann auf den Thermographen und das Schwarzkugelthermometer seine Aufmerksamkeit richtete sowie die Controllbeobachtungen am Quecksilberbarometer in den Gleichgewichtslagen des Ballons besorgte, während der Verfasser die laufenden Ablesungen am Aspirationspsychrometer nebst attachirtem Haar-Hygrometer, Beobachtung der Bewölkung oberhalb und unterhalb des Ballons, Notirungen über Sonnenschein und dergl. sich zur Aufgabe machte.

Alle Instrumente waren vor der Fahrt sorgfältig geprüft, bei Aneroid und Barograph wird man jedoch immer auf die Vergleichung mit dem Quecksilberbarometer während der Fahrt den Hauptwerth legen müssen. Von einer Darstellung der eingehenden Kritik dieser Vergleichungen sowie der voraufgegangenen Prüfungen kann an dieser Stelle des Raummangels wegen abgesehen werden, da die Bearbeitung der wissenschaftlichen Ballonfahrten in voller Ausführlichkeit als besonderes Werk in den Veröffentlichungen des Kgl. Meteorologischen Instituts zu Berlin erscheinen soll. Es mögen jedoch die Resultate der Prüfungen hervorgehoben werden.

Das Aneroid (No. 1753) erwies sich bei der Vergleichung unter der Luftpumpe in üblicher Weise als nachhinkend u. z. so, dass bei fallendem Barometer von 750 auf 400 mm, entsprechend dem Verlaufe der Fahrt, der Stand schliesslich um 8 mm zu gross wird, bei steigendem Barometer umgekehrt, jedoch zahlenmässig nicht deutlich. Im Ballon zeigte es, mit dem Quecksilberbarometer verglichen, einen nach Sinn und Grösse hiermit nahezu übereinstimmenden Gang.

Die Angaben des Barographen Richard waren unter der Luftpumpe bei abnehmendem Luftdruck (bis 400 m) zu klein geworden; die Zunahme der positiven Correction (bis um 6 mm) deutet auf Theilungsfehler hin. Bei wachsendem Luftdruck nahm die positive Correction ab, jedoch unregelmässig; hier wird also elastische Nachwirkung bemerkbar. Im Ballon zeigte sich nach den Vergleichungen mit dem Quecksilberbarometer und, wenn auch weniger sicher, auch nach den Vergleichungen mit den reducirten Ständen des Aneroids auffälligerweise die entgegengesetzte Erscheinung, indem bei abnehmendem Luftdruck die Angaben zunächst zu gross wurden, nämlich von 760 bis 600 mm um 7 mm (unter 600 mm aber ging die negative Correction wieder etwas zurück), und bei zunehmendem Luftdruck der Stand sich bald zu klein erwies. Es dürfte dieser Unterschied der Prüfungsergebnisse unter der Luftpumpe und im Ballon wohl auf den Einfluss der wechselnden Sonnenstrahlung und auf die mangelhafte Temperaturcompensation des Barographen zurückzuführen sein. Daher schien es berechtigt, den Vergleichungen im Ballon für die Ermittelung der Correctionen

den Vorzug zu geben, hierbei aber sich auf ganze Millimeter zu beschränken. Im Mittel ergaben sich hieraus für die Stände, welche hier in Frage kommen, folgende in der weiteren Bearbeitung angewandte Correctionen:

	Aneroid 1753	Corr.	Barograph Richard	Corr.
Luftdruck abnehmend	700 — 600	— 1 mm	700 — 600	— 4 mm
	600 — 550	— 2 „	600 — 550	— 3 „
	560 — 500	— 3 „	550 — 500	— 2 „
	500 — 450	— 4 „	< 500	— 1 „
Luftdruck zunehmend	450 — 500	— 3 mm	< 500	+ 1 mm

Die Wetterlage.

Anticyclonale Witterung von kurzer Dauer charakterisirt den 1. März 1893 in Deutschland; schon der Abend dieses Tages jedoch und ebenso der Abend des Vortages gehören ausgesprochen cyclonaler Witterung an. Ueber Berlin ging am Abend des 28. Februar eine Theildepression ostwärts hinweg, welche auf ihrer Rückseite in der darauf folgenden Nacht starke nordwestliche Winde und Regen im Gefolge hatte. Von 8p. des 28. Februar bis 8a des 1. März stieg das Barometer um 10 mm, und es stellte sich so für den Zeitpunkt der Auffahrt hoher Luftdruck ein. Wie die der Wetterkarte der Deutschen Seewarte nachgebildete Fig. 1. Tafel II zeigt, liegt um 8a über Deutschland ein breiter Rücken hohen Luftdrucks, welcher die Verbindung zwischen einer ausgedehnten Antycyclone über dem Innern Russlands und einer solchen über der iberischen Halbinsel herstellt. Fast ganz Deutschland liegt innerhalb der Isobare 765; den höchsten Luftdruck, über 769, findet man in Sachsen, Böhmen und der Lausitz. Während über der südlichen Adria eine flache Depression lagert, droht im Nordwesten ein tiefes Minimum, dessen Centrum mit unter 740 mm Luftdruck noch westlich von Schottland liegt. — An der südlichen Ostseeküste und verschiedentlich im Binnenlande herrscht Frost, sonst liegen in Deutschland die Temperaturen etwas über dem Nullpunkt. Der Himmel ist im Westen und Norden meist heiter, sonst, insbesondere in Berlin, noch bedeckt, der Wind überall schwach, in Berlin westlich.

Um für die späteren Stunden die specielle Entwickelung der Wetterlage verfolgen zu können, wurden an der Abfahrtstelle in Charlottenburg fortlaufend Beobachtungen angestellt, ferner aber waren die Herren Beobachter derjenigen meteorologischen Stationen, welche auf oder nahe dem voraussichtlichen Fahrtfelde lagen, telegraphisch ersucht worden, mindestens stündlich Beobachtungen anzustellen. Mit grösster Bereitwilligkeit und anerkennenswerthem Eifer unterzogen sich folgende Beobachter dieser Mühe. Tappe in Berent; Less, Becker, Rech und Lemke in Berlin (Landwirthschaftliche Hochschule); Römer in Bernburg; Jörns in Blankenburg (bei Berlin); Schlottmann in Brandenburg; Kiehl in Bromberg; Ulbricht in Dahme; Schmidt in Demmin; v. Röder in Dessau; Frech in Deutsch-Krone; Müttrich,

Schubert und Hauke in Eberswalde; Dressler in Frankfurt a./O.; Gürtler in Fraustadt; Lange in Gardelegen; Samter in Grünberg; Frl. Kleemann n Halle; Frl. Doms in Koeslin; Paszotta in Konitz; Roemer in Kyritz; Gock und Knörr in Landsberg a./W.; Schmidt in Lauenburg i./P.; Grützmacher in Magdeburg; Tarnke in Marnitz; Paust in Marienburg; Heyer in Neustettin; Fritsch, Schülke und Wüst in Osterode O.-Pr.; Heine in Ostrowo; Krahn in Pammin; Sturzel in Paprotsch; Frau Magener in Posen; Rosenow in Prenzlau; Freiberg in Putbus; Struve in Samter; Kroggel in Schivelbein; Vichel in Schwerin; Schönn in Stettin; Schaffer in Torgau; Werner in Tremessen; Stüdemann in Waren.

Durch ein Versehen war leider in den Telegrammen als Endtermin die Stunde 2^p genannt worden, während die Landung des Ballons erst 4^{40p} erfolgte.. Der Verlauf der Witterungserscheinungen war jedoch ein so gleichmässiger, dass ein wesentlicher Mangel hieraus nicht entstanden ist. Bei dieser Gleichmässigkeit erschien es auch ausreichend, nur für 11^a und 2^p detaillirte Wetterkarten für das hier in Frage kommende Gebiet hier zu reproduciren (s. Fig. 2 und 3 in Tafel II).

Von 8^a bis 11^a hat sich das gesammte Isobarensystem etwas ostwärts verschoben. Im Westen ist demgemäss der Luftdruck etwas gesunken, im Osten gestiegen. Das Gebiet höchsten Luftdrucks innerhalb Deutschlands (über 769 mm) liegt nun über Schlesien und dem südlichen Posen. Um und westlich von Berlin verlaufen die Isobaren von Süden bezw. Südwesten und Südosten nordwärts. Der Ballon, dessen Fahrtprojection in die Wetterkarte eingetragen ist, bewegt sich jetzt nahezu parallel mit denselben (zwischen 768 und 769) nach Norden mit geringer Neigung nach Osten. Nur wenig nördlich von Berlin biegen die Isobaren ziemlich scharf nach Osten um. — Das Frostgebiet ist auf eine kleine Fläche bei den mecklenburgischen Seen beschränkt; von diesen aus nimmt die Temperatur nach allen Richtungen zu, am stärksten nach Berlin hin, in dessen Nähe die Isotherme 5° vorbeiführt. Der Osten hat fast allgemein völlig heiteres Wetter, in Berlin und Umgegend ist der Himmel halb bedeckt, der Wind nach wie vor schwach nach Südwest bezw. Süd herumgedreht.

Um 2^p erscheint die Luftdruckvertheilung weiter ostwärts verschoben; der Luftdruck hat nunmehr auf dem ganzen Gebiete abgenommen. Barometerstände über 769 sieht man nur noch in Oberschlesien. Bei Berlin, wo die Abnahme gegen den Stand um 11^a etwa 2 mm beträgt, laufen die Isobaren auch jetzt nach Norden; nördlich davon biegen sie jedoch nicht plötzlich nach Osten um, sondern wenden sich allmählich nach Nordosten hin und diese nordöstliche Richtung haben sie bereits an der nunmehrigen Stelle des Ballons (zwischen 766 und 767), dessen Fahrtrichtung jedoch nicht parallel damit verläuft, sondern eine ostnordöstliche ist. Schon jetzt, in einer Höhe von 3200 m, scheint also eine Tendenz der Bewegung nach dem Maximum hin vorhanden zu sein. Ergänzend mag sogleich hinzugefügt werden,

dass die oberen Wolken (Alto-Str. bezw. Cist) nach SE zogen. — Das Frostgebiet ist unter dem Einfluss der Sonnenstrahlung vollständig verschwunden. Am niedrigsten ist die Temperatur bei Rügen, wo die Isotherme 2° verläuft. Nach dem Binnenlande hin nimmt die Wärme schnell zu, am meisten nach Süden und insbesondere nach Berlin hin, wo sie auf 7° angestiegen ist, während sie unter dem Ballon 5 bis 6° beträgt. Im Südosten ist es meist heiter, sonst halb bedeckt. Der Wind unten SSW beginnt etwas aufzufrischen.

Da die Isobaren über dem Fahrtfelde ziemlich parallel verlaufen und die weitere Luftdruckabnahme gemäss der 8^p-Wetterkarte der Deutschen Seewarte eine gleichmässige war, durfte auch für die Zeit von 2 bis 4^p ein ähnlicher Verlauf der Isobaren, jedoch mit Verringerung des Luftdrucks insbesondere auch in der Nähe des Ballonortes, anzunehmen sein. Der Ballon hielt dementsprechend bis kurz vor der Landung d. h. vom Scheitel punkte bis zu geringeren Höhen den ostnordöstlichen Kurs bei.

Schliesslich sei noch hervorgehoben, dass während der ganzen Fahrt auf dem hier näher betrachteten Gebiete kein Niederschlag zu verzeichnen war, dass dieser jedoch in der darauf folgenden Nacht sich unter dem Einflusse des von NW heranrückenden Minimums wieder einstellte.

Specieller Witterungsverlauf unterhalb der Ballonbahn.

Um die Beobachtungen in den höheren Schichten der Atmosphäre zu dem Witterungsstande im jeweiligen Fusspunkte der Ballonorte genauer in Beziehung setzen zu können, wurden die halbstündlichen Beobachtungen von den der Fahrtlinie zunächst gelegenen Stationen nach der Reihenfolge derselben geordnet für jedes Element zusammengestellt. Für jede halbe Stunde wurde sodann aus deren Angaben je nach der Entfernung des Ballons von den nächsten beiden Stationen durch einfache Interpolation der betreffende Werth für den Fusspunkt gewonnen. Da die örtlichen Aenderungen nur gering und ziemlich gleichmässig waren, kann man diesem Werthe verhältnismässig grosse Genauigkeit beimessen. Der Fehler dürfte beim Luftdruck höchstens 0.1 mm, bei der Temperatur wenige Zehntel, beim Dampfdruck 0.1 mm, bei der relativen Feuchtigkeit wenige Einheiten, bei der Bewölkung, wo recht befriedigende Uebereinstimmung die Stationen zeigen, höchstens eine Einheit betragen, desgl. bei der Windstärke, während die Windrichtung überhaupt nur zwischen W und S schwankt. Dies ist also durchaus die Genauigkeit gewöhnlicher Stationsbeobachtungen. Meistens konnten übrigens die Stationsbeobachtungen direct entnommen werden.

Gemäss der im ersten Theile gelieferten Fahrtbeschreibung und der Projection der Fahrtcurve (s. Taf. I) kamen hier nur folgende Stationen in Frage: Berlin bezw. Charlottenburg, Blankenburg, Eberswalde, Prenzlau, Stettin, Schivelbein. Von 2^p ab wurden, wie schon erwähnt, die Beobachtungen leider eingestellt. Es musste daher für die letzte Zeit der Fahrt ein indirectes Verfahren als Ausweg benutzt werden. Hierbei kamen

Registrirungen des Luftdrucks und der Temperatur zu Eberswalde sehr zu statten, indem die stündlichen Aenderungen daselbst auf die dem letzten Theile der Ballonbahn zunächst gelegenen Stationen Stettin und Schivelbein übertragen wurden, u. z. unter Berücksichtigung des Betrages der hier beobachteten Aenderungen von 2^p bis 9^p, zu welcher Zeit wieder Terminbeobachtungen vorliegen. Dieser Betrag ist bei Temperatur und Feuchtigkeit gering, daher die interpolirten Werthe ziemlich sicher; beim Luftdruck ist er allerdings bedeutend (5—6 mm); doch dürfte dies bei der Ungenauigkeit der Luftdruckbestimmungen im Ballon nicht weiter von Belang sein. Die Einzelheiten an dieser Stelle zu geben gestattet der Raum nicht, dagegen soll hier das schliessliche Ergebniss, die Zusammenstellung der Witterungselemente unterhalb der Flugbahn (Luftdruck und Temperatur aufs Meeresniveau reducirt), mitgetheilt werden, da es ja für Beurtheilung der atmosphärischen Verhältnisse in der Höhe die Grundlage bildet.

Tab. I.

Meteorologische Elemente für den jeweiligen Fusspunkt der Ballonbahn (I. III. 1893)

	10^{30}	11	11^{30}	12	12^{30}	1	1^{30}	2	2^{30}	3	3^{30}	4	4^{30}
Luftdruck (N. N.)	69.2	68.7	68.4	68.2	67.7	67.1	66.7	66.4	(65.9	65.5	65.2	64.6	64.4)
Temperatur (N. N.)	2.7	3.3	4.0	3.6	5.0	5.2	5.4	5.7	(5.4	4.5	4.3	4.0	3.8)
Dampfdruck . .	4.6	4.5	4.4	4.3	4.4	4.4	3.9	4.1	(4.1	4.2	4 2	4.2	4.3)
Relat. Feuchtigk.	85	80	73	74	69	64	60	58	(64	67	67	68	69)
Bewölkung . . .	7	5	6	7	5	5	6	6	(7 ansteigend zu 9 Abd.)				
Wind	WSW3	SW1	SW1	SSW1	SSW4	SSW3	SW2	SSW3	(bis Ab. zu SE 3-5 geändert)				

Für jede Beobachtung im Ballon erhält man hieraus die Parallelbeobachtung unten, indem man zwischen den mitgetheilten Halbstundenwerthen einfach der Zeit proportional interpolirt.

Die Beobachtungen im Ballon und deren Reductionen.

Zumeist musste für die Zeiten, wo Temperatur- und Feuchtigkeitsbeobachtungen vorlagen, das Barogramm zu Grunde gelegt werden. Da dasselbe für Ballonzwecke naturgemäss eine sehr enge Theilung haben muss, erschien es schon aus diesem Grunde angemessen, nur ganze Millimeter demselben zu entnehmen und in Rechnung zu ziehen. Aber auch die oben erwähnten Schwankungen der Correctionen und die unvermeidlichen Fehler der Barometerbeobachtungen im Ballon überhaupt rechtfertigen die schon früher vom Verfasser geäusserte Ansicht, dass man sehr zufrieden sein darf, wenn die Barometerangaben von Ballonfahrten auf ganze Millimeter verlässlich erscheinen.

In der unten folgenden Tab. II finden sich die Luftdruckwerthe, soweit sie anderer Beobachtungen wegen von Belang sind, mitgetheilt, wobei die durch das Quecksilberbarometer und Aneroid erhaltenen durch ein Sternchen

(*) gekennzeichnet sind. Die Parallelwerthe am Meeresniveau, gemäss Tab. I ermittelt, sind unmittelbar daneben gestellt. Zum Zwecke der Höhen-Bestimmung wurde als Mitteltemperatur der Luftsäule nicht das arithmetische Mittel der Temperaturen oben und unten in Rechnung gezogen, sondern mit Rücksicht auf die keineswegs gleichmässige Wärmeabnahme das Mittel der Temperaturen aller dazwischen liegenden Schichten. Mit Hülfe der Jordan'-schen Tafeln sind dann die in Tab. II mitgetheilten Werthe der Höhen berechnet worden. Bei der grossen Trockenheit hätte man dabei eigentlich auch auf die hieraus resultirenden nicht ganz geringen Aenderungen der Höhenwerthe Rücksicht nehmen müssen, doch erschien die hierdurch erzielte grössere Genauigkeit (s. vorher) nicht im Einklang mit dem Mehraufwande an Arbeit. Bei den Höhenangaben dürfen sonach kaum die Zehner als sicher angesehen werden. Zu den einzelnen Temperaturbeobachtungen in der Höhe sind die zugehörigen Werthe im Meeresniveau nach Tab. I und zugleich die aus beiden abgeleitete Temperaturänderung per 100 m hinzugefügt worden. Von den Angaben der beiden befeuchteten Thermometer sind nur die des einen hier aufgenommen, da sie sich höchstens um 0°.1 unterscheiden. Dafür sind die Ablesungen am Haarhygrometer mitgetheilt, die zuerst eine zufriedenstellende Function des Instruments zu verrathen scheinen, nachher allerdings aber keine Aenderung mehr zeigen. Der Dampfdruck wurde nach der Sprung'schen Formel für das Aspirationspsychrometer berechnet und hieraus die relative Feuchtigkeit ermittelt.

Für die Temperatur- und Feuchtigkeitsbeobachtungen im Ballon ist als eine Fehlerquelle die nicht ausreichende Empfindlichkeit der Instrumente, auch des Aspirationspsychrometers, bezeichnet worden. Bei schnellen Höhenänderungen mag das bis zu einem gewissen Grade zutreffen, bei der vorliegenden Fahrt jedoch, wo der Ballon nach einem kurzdauernden Emporschnellen in den ersten Minuten (s. das Diagramm in Tafel I) sich ganz allmählich in kleinen Wellen bis zur grössten Höhe (in 5 Stunden) empor hob, — die mittlere verticale Gechwindigkeit berechnet sich dabei im Mittel auf 13 Meter in der Minute —, ist die Empfindlichkeit des Aspirationspsychrometers als völlig ausreichend zu betrachten, und beim allerdings schnelleren Abstiege wurden überhaupt nur noch 2 Beobachtungen gemacht. Es erschien nöthig dies hervorzuheben, um von vornherein jeden Vorwurf nach dieser Richtung zu begegnen. Gleichzeitig sei als selbstverständlich bemerkt, dass die Thermometer immer erst genügend lange Zeit nach dem Aufziehen des Aspirator - Uhrwerks und bezw. nach der Befeuchtung abgelesen wurden.

In der mit Tab. II gegebenen Zusammenstellung sind sodann noch Grösse und Form der Bewölkung über und unter dem Ballon, Intensität des Sonnenscheins und Stand des Schwarzkugelthermometers, sowie einige allgemeine Notizen gegeben.

Tab. II.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
Zeit	Luftdruck: mm oben	Luftdruck: mm N. N.	Höhe über N. N. m.	Thermometer: C° trock.	Thermometer: C° feucht	Temperatur N. N.	Temperaturabnahme per 100 m	Dampfdruck mm	Rel. Feuchtigkeit %	Hygrometer	Bewölkung über dem Ballon	Bewölkung unter dem Ballon	Sonnenschein	Schwarzkugelth.: C°	Bemerkungen.
h m															
10 24		769	35												Auffahrt in Charlottenburg.
27	724*	769.0	488			2.7									Zu 10 h 27 m unterer Rand der Wolken.
28	712*	769.0	622			2.7									
36	704	769.0	710			2.8									
44														23.5	
51	685	768.9	931	+ 0.1	− 5.4	3.1	0.33	0.57	12	28					Zu 10 h 28 m oberer Rand der Wolken.
53	681	768.9	977	− 0.6	− 6.1	3.1	0.36	0.44	10	28	1° Cist	8 Cust	$\odot^2$		
11 5	675	68.7	1046	− 1.0	− 6.6	3.3	0.41	0.29	7	22	1° „	9′ „		32.8	Zu 10 h 36 m Aureole.
9	675*	68.6	1045	− 0.5	− 6.2	3.5	0.39	0.35	8	21	1° „	9′ „		33.5	
17	669	68.5	1116	− 1.1	− 6.4	3.6	0.42	0.49	12	20	1° „	9· „		35.2	
22	670	68.5	1104	− 1.4	− 6.6	3.8	0.47	0.49	12						
26											1° „	10′ „		34.7	
35	650	68.4	1346	− 1.8	− 7.0	3.9	0.42	0.48	12						
58	651	68.2	1332	− 2.2	− 7.8	3.6	0.44	0.14	4	12					
12 3	637	68.2	1505	− 1.8	− 7.8	3.7	0.37	0.01	0	12	2° „	6′ „	$\odot^2$		
11	644	68.0	1416	− 1.8	− 7.7	4.1	0.42	0.05	1	12	2′ „	5′ „	$\odot^1$		
13	645	68.0	1404	− 1.5	− 7.5	4.2	0.41	0.05	1	11	2′ „	5′ „			
25	641	67.8	1452	− 1.4	− 7.3	4.8	0.43	0.14	3	10	3 „	5′ Cust i. E klar			i. N. Windbaum
28	626	67.7	1638	− 1.8	− 7.8	5.0	0.42	0.06	1						
34	624	67.6	1662	− 2.2	− 8.2	5.0	0.43	−0.01	< 0	10	4 „	4 Cust u. St. i. E. klar	$\odot^0$		
37	617	67.6	1752	− 3.1	− 8.2	5.0	0.46	0.40	11	12					
39	617*	67.5	1751	− 3.2	− 7.8	5.1	0.47	0.67	19	12	5 „	3 Cust u. St. i. E. klar	$\odot^0$		Sonnenring
51	626	67.3	1684	− 2.1	− 8.2	5.1	0.44	−0.05	< 0	13					
54	620	67.2	1709	− 2.8	− 8.0	5.2	0.47	−0.04	< 0	13	6 „	3			
1 4	594	67.1	2047	− 5.1	− 9.2	5.2	0.50	0.68	22	15					
8	584	67.0	2178	− 5.3	− 9.8	5.2	0.48	0.45	15	15	6 „	3	$\odot^0$		
15	570	66.9	2367	− 6.6	− 10.6	5.3	0.50	0.53	19	16					
16	567	66.9	2407	− 7.6	− 11.4	5.3	0.54	0.50	19	16	6 „	3 St.	$\odot^1$		
19	563	66.9	2463	− 8.6	− 12.3	5.3	0.57	0.40	17	16					
21	556*	66.8	2560	− 8.2	− 12.2	5.3	0.53	0.33	13						
28	550	66.7	2643	− 9.4	− 13.0	5.4	0.56	0.37	16	15	5 „	i. E. St, i. W. Cu	$\odot^1$		
32	553*	66.7	2602	− 9.0	− 12.8	5.4	0.55	0.32	14	15				14.5	
41	539	66.6	2799	− 9.6	− 13.2	5.5	0.54	0.37	17	16	5 „	i. E. St.	$\odot^1$	14.4	
45	527	66.6	2972	− 10.4	− 13.8	5.6	0.54	0.40	19	17	5 „	i. W. Cu	$\odot^1$		
53	517	66.5	3117	− 10.8	− 14.3	5.6	0.53	0.32	16	18					unten dunstig.
57	520	66.4	3071	− 10.8	− 13.9	5.7	0.54	0.50	25	18					Zu 2 h 5 m Haff u. Ostsee sichtbar.
58	515	66.4	3147	− 11.1	− 14.4	5.7	0.53	0.38	19	18					
2 5	510	66.4	3222	− 11.7	− 14.9	5.7	0.54	0.36	19	18	4 „	Cu i. W.			
7														12.7	unten dunstig.
9	496	66.3	3440	− 12.8	− 16.1	5.6	0.54	0.22	13	18	4 „	5 St, u. Cu.			Cist. dichter
14	493	66.2	3480	− 13.1	− 16.2	5.6	0.54	0.28	17				$\odot^1$		Zu 2 h 28 m unten vereinzelt Cu.
17	485	66.1	3601	− 13.2	− 16.6	5.5	0.52	0.16	10	18	4 „	4 St.	$\odot^1$		
20	484	66.0	3616	− 13.5	− 16.8	5.5	0.52	0.17	10						
26	489	66.0	3541	− 13.2	− 16.2	5.4	0.53	0.32	19	18					Zu 2 h 47 m dunstig.
28	479	65.9	3696	− 14.1	− 17.1	5.4	0.53	0.25	16		4′ „	4 „	$\odot^1$		
30	474	65.9	3774	− 14.8	− 17.7	5.4	0.54	0.23	16		4′ „	4 „	$\odot^1$		Zu 3 h 21 m Cist = falsche Ci.
43	471*	65.7	3821	− 15.4	− 18.2	5.0	0.53	0.22	16						
44	470	65.7	3-37	− 14.8	− 17.5	5.0	0.52	0.32	22						Zu 2 h 23 m höchster Punkt.
47	468	65.7	3868	− 15.4	− 18.1	4.9	0.52	0.26	19	18	3 „	3 „	$\odot^1$		
57	447	65.5	4205	− 17.2	− 19.6	4.6	0.52	0.26	22		4^2 „	2 „	$\odot^0$		
3 11	444	65.4	4260	− 17.4	− 19.7	4.4	0.51	0.29	25	17	6^2 „	2 „	$\odot^1$	10.7	Zu 3 h 34 m üb. Ostsee dunkler Streifen.
16	452	65.3	4121	− 16.8	− 19.0	4.4	0.51	0.37	30						
21	443*	65.3	4276	− 17.8	− 20.0	4.4	0.52	0.29	25		5^2 „	3 „			
23	438.5	765.3	4356												Zu 2 h 42 m dunstig.
34	450	65.2	4152	− 17.0	− 19.5	4.3	0.51	0.24	20		4^2 „	2 „			
42	463	65.0	3938	− 15.4	− 18.0	4.2	0.50	0.33	24		4^2 „	2 „	$\odot^1$		Zu 2 h 48 m dunstig.
48	492	64.9	3479	− 13.6	− 16.6	4.1	0.51	0.28	17		4^2 „	2 „			
4 40															Landung bei Wussow.

Temperatur.

Da bis zum Erreichen der Maximalhöhe die Höhen ziemlich continuirlich mit der Zeit zunehmen, kann man unmittelbar aus der Tabelle II, welche die Beobachtungswerthe in chronologischer Folge giebt, die Thatsache ablesen, dass die Abnahme der Temperatur von unten bis zu den einzelnen Ballonorten (Spalte 8), von einigen Schwankungen abgesehen, mit zunehmender Höhe immer grösser wird bis etwa zu 3000 m, von wo an sich wieder ein schwache Verringerung bemerkbar macht. Ordnet man, um das Verhalten besser übersehen zu können, die Werthe genau nach den Höhen, so zeigt sich bei Zusammenfassung in fünf Gruppen folgende Beziehung.

Tab. III.

	Zahl der Beobachtungen.	Mittel-Zeit	Höhen: m mittlere	Grenzen	Gesammt-Temperaturabnahme auf 100 m: C°
I	8	$11^{1}/_{2}$ a	1112	931—1346	0.40
II	8	$12^{1}/_{2}$	1552	1404—1709	0.42
III	6	1 p	2084	1751 2407	0.49
IV	10	$1^{3}/_{4}$	2860	2463—3222	0.54
V	17	$2^{3}/_{4}$	3830	3440—4276	0.52

Dieser Verlauf der Temperaturabnahme ist zu einem Theile auf den täglichen Gang der Temperatur, insbesondere denjenigen am Erdboden zurückzuführen, zum grösseren Theile jedoch auf eine stärkere Abnahme innerhalb der höheren Luftschichten, wie man sich leicht überzeugen kann, wenn man die Temperatur unten constant annimmt, wobei man ebenfalls für grössere Höhen grössere Werthe erhält. In den Zahlen für die Gesammtabnahme der Temperatur vom Erdboden bis in die verschiedenen Höhen hinauf prägen sich die Eigenthümlichkeiten der einzelnen Schichten jedoch nur undeutlich oder gar nicht aus. Um diese kennen zu lernen, muss man durch passende Zusammenfassung der vorhandenen Beobachtungen die Temperaturen der einzelnen Niveaus genauer bestimmen und aus ihnen die Temperaturänderungen innerhalb der dazwischen liegenden Schichten ermitteln. Allerdings wird hierbei vorausgesetzt, dass die Temperaturen am oberen und unteren Niveau jeder Schicht den gleichen Zeiten angehören. Dies trifft hier aber beinahe zu, da ja der Ballon stetig ansteigend die aufeinander folgenden Höhenschichten durchschnitt und somit die Beobachtungen in den unmittelbar übereinander liegenden Niveaus zeitlich wenig verschieden waren. Es wurden hier nun die Temperaturangaben von 100 zu 100 bezw. von 200 zu 200 Metern zusammengefasst und somit für ein gewisses mittleres Niveau in diesen Schichten genauere Temperaturwerthe erhalten.

Tab. IV.

Zahl der Beobach-tungen	Schicht	mittlere Höhe	ΔH	Temperatur	ΔT
.		0		3.3	
2	900—1000	954		0.25	
			92		− 0.5
2	1000 1100	1046		− 0.75	
			64		− 0.5
2	1100 1200	1110		1.25	
			229		·0.7
2	1300 1400	1339		− 2.0	
			85		+ 0.4
3	1400 1500	1424		1.6	
			81		— 0.2
1	1500 1600	1505		— 1.8	
			140		— 0.2
3	1600 1700	1645		2.0	
			92		− 1.0
3	1700 1800	1737		− 3.0	
			375		— 2.2
2	2000—2200	2112		− 5.2	
			255		− 1.4
1	2200 2400	2367		− 6.6	
			110		− 1.5
3	2400—2600	2477		− 8.1	
			204		− 1.2
3	2600—2800	2681		− 9.3	
			291		− 1.1
1	2800—3000	2972		− 10.4	
			140		— 0.5
3	3000—3200	3112		— 10.9	
			110		— 0.8
1	3200—3400	3222		— 11.7	
			263		— 1.5
4	3400 3600	3485		− 13.2	
			187		− 0.7
4	3600 3800	3672		− 13.9	
			194		− 1.3
4	3800 4000	3866		15.2	
			270		2.7
2	4000—4200	4136		16.9	
			111		0.6
3	4200 4400	4247		− 17.5	

Bei der wechselnden Entfernung dieser mittleren Höhen ist durch die blosse Differenz der Temperaturen noch kein rechter Einblick in die Temperaturänderungen in den einzelnen Schichten gegeben. Durch Benutzung der Werthe von Tabelle IV kann man jedoch durch lineare Interpolation oder auf graphischem Wege von 100 zu 100 Meter die Temperaturen ermitteln; deren Differenzen geben dann unmittelbar die Temperaturabnahme auf 100 m für alle einzelnen Schichten. (s. Tab. V S. 325.)

Die Temperaturabnahme, die bis 1000 m durchschnittlich 0°.4 beträgt, zeigt hiernach über 1000 m zunächst einen grösseren Werth (0.7), der sich aber weiterhin schnell verringert und zwischen 1300 und 1400 m sogar eine Temperaturumkehr andeutet; zwischen 1400 und 1600 m ist zwar wieder Abnahme vorhanden, aber von ganz kleinem Betrage (0.1); über 1600 m wächst sie sodann stark an und bleibt hoch bis 2600 m (durchschnittlich 0.8), von da bis 3100 m verringert sie sich wieder bis auf 0.3, um höher hinauf wieder anzusteigen und zwischen 0.4 und 0.7 zu verbleiben.

Die Einzelwerthe werden zwar wegen der Interpolation nicht immer genau der Wirklichkeit entsprechen, der Gang der Temperaturabnahme von

Tab. V.

Höhe	Temperatur	Temperatur-abnahme auf 100 m	Höhe	Temperatur	Temperatur-abnahme auf 100 m	Höhe	Temperatur	Temperatur-abnahme auf 100 m
					—0.7			—0.7
(0)	(3.3)		2100	5.2		3300	— 12.2	
		(— 0.4)			—0.6			— 0.7
1000	—0.5		2200	—5.8		3400	12.9	
		0.6			0.5			— 0.4
1100	—1.1		2300	6.3		3500	—13.3	
		— 0.6			0.8			—0.4
1200	1.7		2400	7.1		3600	13.7	
		— 0.3			—1.1			— 0.5
1300	2.0		2500	8.2		3700	14.2	
		+0.4			— 0.8			—0.6
1400	1.6		2600	9.0		3800	—14.8	
		0.2			— 0.5			0.6
1500	—1.8		2700	9.5		3900	—15.4	
		—0.1			0.4			0.6
1600	—1.9		2800	— 9.9		4000	— 16.0	
		—0.6			0.3			—0.6
1700	—2.5		2900	—10.2		4100	—16.6	
		—0.8			0.4			—0.7
1800	— 3.3		3000	— 10.6		4200	— 17.3	
		—0.7			— 0.3			— 0.7
1900	4.0		3100	—10.9		4300	18.0	
		0.7			—0.6			
2000	4.7		3200	—11.5				
		— 0.7			—0.7			

Schicht zu Schicht kann jedoch bis auf ein Zehntel als verbürgt angesehen werden.

Als mittlere Temperaturabnahme zwischen 1000 und 4300 m ergiebt sich $0^{\circ}.54$ per 100 m, während sie unter 1000 m nur mit 0.4 anzusetzen ist, sodass insgesammt als mittlere Abnahme von 100 zu 100 m $0^{\circ}.51$ zu gelten hat.

Wie schon in den einleitenden Bemerkungen hervorgehoben wurde, ist es sehr zu bedauern, dass bei Beginn der Ballonfahrt bis zu 900 m Höhe keine Beobachtungen am Psychrometer angestellt werden konnten; gerade in dieser unteren Schicht erregt die Temperaturabnahme innerhalb kleinerer Höhenstufen am meisten Interesse, zumal hier sich lediglich eine Wolkenschicht vorfand. Sie ist wohl als Rest des Gewölks aufzufassen, welches in der Nacht Regen gebracht hatte und sich unter dem Einflusse des absteigenden Luftstroms allmählich auflöste. Demgemäss ist sie von geringer Mächtigkeit, nur von 488 bis 622 m über N. N. reichend. Theoretisch d. h. unter der Annahme, dass sie dem von unten aufsteigenden Luftstrome ihren Bestand verdankt, müsste gemäss der physikalischen Zustände am Erdboden ($p = 766$, $e = 4.6$, specif. Feuchtigk. $= 3.75$, $t = 2^{\circ}.4$) ihre untere Grenze 300 m über dem Erdboden, d. i. ca. 340 m über dem Meere liegen. Nimmt man an, dass die specifische Feuchtigkeit von unten bis zur thatsächlichen unteren Wolkengrenze dieselbe bleibt, dann würde sich für diese Höhe ($H = 488$ m, wo $p = 724$ mm) eine Temperatur von $- 0^{\circ}.7$ ergeben. Bis zum oberen Wolkenrande ($H = 622$ m, $p = 712$ m) würde dann die specifische Feuchtigkeit auf 3.6, die Temperatur auf $- 1^{\circ}.5$ abnehmen. Darüber hinaus hört die Condensation auf; es muss sich eine plötzliche Temperaturzunahme oder eine trockene Strömung geltend machen

oder beides. Auch hier fehlt die Beobachtung noch. Nehmen wir nun auf Grund der grossen Trockenheit über 900 m weiter an, dass schon unmittelbar über der Wolke der absteigende Luftstrom in voller Reinheit herrscht, dann ergäbe sich nach den bei 900—1000 m herrschenden Temperaturen eine Temperatur von ca. + 3° über der Wolke und somit eine plötzliche Temperaturzunahme von 4.5 am oberen Wolkenrande. Hiernach hätte man unterhalb der Wolke eine Temperaturabnahme von 0°.76 auf 100 m[1]), in der Wolke von 0°.60 auf 100 m und nach der genannten Discontinuität am oberen Wolkenrande von diesem bis zu 930 m eine Temperaturabnahme von 1°.0 auf 100 m. Die hieraus sich ergebende Mitteltemperatur der ganzen Luftsäule bis 900 m unterscheidet sich, wie eine genauere Rechnung ergiebt, nur um wenige Zehntel von dem arithmetischen Mittel der Temperatur oben (900) und unten. Die Prüfung der Theorie d. h. der gemachten Annahmen an den leider fehlenden Beobachtungs-Thatsachen würde interessant gewesen sein. Immerhin giebt diese Darstellung ein wenn auch zum Theil hypothetisches Bild vom Temperaturverlauf in den unteren Luftschichten und ist demnach als eine Ergänzung aufzufassen. —

Legt man endlich, um eine gedrängtere Uebersicht zu erhalten, wiederum dieselben Stufen zu Grunde, für welche oben (Tabelle III) die Gesammttemperaturabnahme vom Erdboden ermittelt war, so erhält man innerhalb dieser Schichten folgende Werthe der Temperaturabnahme pro 100 m.

Tab. VI.

Schicht	Grenzen	Temperaturabnahme per 100 m innerhalb der Schichten
		°
I	931 — 1316	0.5
II	1404 — 1709	0.3
III	1751 — 2407	0.7
IV	2463 — 3222	0.5
V	3440 — 4276	0.6

Während sich in der untersten Schicht d. h. vom Erdboden bis 931 m in Folge der durch die Wolken hervorgerufenen Discontinuität eine Temperaturabnahme von nur etwas über 0°.3 auf 100 m geltend macht, steigt sie in Schicht I auf 0°.5 an, sinkt aber dann, nach einer plötzlichen Temperaturzunahme um $^1/_2$° zwischen 1300 und 1400 m, in Schicht II wieder auf 0°.3 herab. In der darüber lagernden Schicht III wächst sie im Mittel auf 0.7 an. Nachdem sie zwischen III und IV, d. h. zwischen 2407 und 2463 m ihren höchsten Werth (mehr als 1°) erreicht hat, geht sie in IV auf 0.5 zurück, um in V endlich wieder auf 0.6 zuzunehmen.

[1]) Diese ziemlich starke Temperaturabnahme in den untersten Schichten steht im Einklange damit, dass in Potsdam vom Erdboden bis zum Thurme des Observatoriums sich ebenfalls eine allerdings noch stärkere Temperaturabnahme (0°.6 auf 33 m) zur selben Tageszeit bemerkbar machte.

Es ist bezeichnend, dass trotz der Zusammenfassung in grössere Schichten, wodurch Zufälligkeiten als ausgeschlossen angenommen werden können, und trotzdem von 600 m bis weit über die grösste (4400) der hier erreichten Höhen keinerlei Condensation vorhanden war, die Abnahme der Temperatur keine bestimmte Beziehung zur Höhe, sondern bedeutende Schwankungen von Schicht zu Schicht zeigt. Es durchdringen sich also in den verschiedenen Höhen Luftströmungen verschiedenen Charakters in scheinbar regelloser Folge. Tragen daran die Wolken Schuld, welche in der Nacht Regen gebracht hatten und deren Auflösungsprocess am Morgen noch nicht beendigt war, oder deutet diese Regellosigkeit auf eine allgemeine Unruhe in der Atmosphäre hin, wie sie sich auch in dem schnellen Wetterwechsel (s. die Darstellung oben) an diesem Tage verräth? —

Gemäss der im Durchschnitt nur mässigen Temperaturabnahme von rund 0°.5 auf 100 m ist die potentielle Temperatur in den verschiedenen Höhen allgemein grösser als die gleichzeitige Temperatur am Erdboden und um so grösser, je grösser diese Höhen. Betrachtet man hier nur die Mittelwerthe jener fünf Schichten, so erhält man

Tab. VII.

Schicht	mittl. Höhe	Potentielle Temperatur	Gleichzeit. Temperatur unten	Differenz	Differenz für 100 m
	m	°	°	°	
I	1112	9.9	3.5	6.4	0.58
II	1552	13.5	4.6	8.9	0.57
III	2084	15.5	5.2	10.3	0.50
IV	2860	18.4	5.5	12.9	0.45
V	3830	23.0	4.9	18.1	0.47

Die letzte Columne lehrt, um wieviel sich eine adiabatisch absteigende Luftmasse auf je 100 m mehr erwärmen würde, als die thatsächliche verticale Temperaturvertheilung anzeigt. Dieses Mehr ist am grössten für die unteren Schichten und wird mit zunehmender Höhe kleiner, wodurch für noch grössere Höhen eine Annäherung an adiabatische Aenderungen ausgesprochen ist. —

Zur Ergänzung des aus den Ballonbeobachtungen gewonnenen Bildes der verticalen Temperaturvertheilung seien einige Beobachtungen von den Stationen des Riesengebirges hinzugefügt, das nahezu dieselben Luftdruck- und Wetterverhältnisse als die Gegend der Ballonbahn hatte.

	Station	Temperatur	Temperatur-Abnahme auf 100 m	
2p	Eichberg (H = 349 m)	4°.8	0°.79	0°.56
	Wang (H = 873 m)	0.4	0.36	
	Schneekoppe (H = 1603 m)	— 2.2		

Hiernach ist in der unteren Schicht (Eichberg-Wang) die Abnahme stärker, in der oberen (Wang-Schneekoppe) ungefähr gleich, und in der gesammten Erstreckung grösser als in den gleichen Höhen der freien Athmosphäre etwa 2 Stunden vorher. Bei der immerhin nennenswerthen Entfernung erscheinen weitergehende Schlüsse aus diesem Verhalten nicht am Platze.

Feuchtigkeit.

Bei der anticyclonalen Wetterlage war von vornherein in grösserer Höhe geringe Feuchtigkeit zu erwarten; Spalte 9 und 10 in Tab. II bestätigt nicht nur diese Erwartung, sondern giebt ausserordentlich niedrige Beträge für einzelne Schichten an, ja man erblickt sogar negative Werthe. Der letzte Umstand erweckt berechtigte Zweifel über die Giltigkeit der bisher verwendeten Sprung'schen Formel. In der That hat Sprung selbst seine Formel als eine vorläufige bezeichnet, insbesondere sind bei den zur Ermittelung derselben angestellten Versuchen negative Temperaturen garnicht vorgekommen. Es ergiebt sich daher die zwingende Nothwendigkeit, vor der Bearbeitung der weiteren Ballonfahrten erst diese Formel zu berichtigen, um für die absoluten Werthe der Feuchtigkeit die gleiche Verlässlichkeit zu erhalten wie für die durch das Aspirationspsychrometer ermittelten Temperaturen. Relativ d. h. in Bezug auf die hierdurch festgestellten Aenderungen darf man ihnen jedoch wohl genügend Vertrauen schenken. In diesem Sinne wurden sie im Nachfolgenden verwerthet, jedoch wurde an Stelle der negativen Zahlen, die ja keinen Sinn haben würden, 0.00 = vollkommene Trockenheit angenommen. Die in die Augen fallenden Verschiedenheiten der verticalen Vertheilung der Feuchtigkeit geben Anlass, die ganze durchflogene Luftsäule in fünf Schichten zu zerlegen — dieselben Schichten, welche bereits bei der Betrachtung der Temperaturverhältnisse zu Grunde gelegt worden sind. In diesen Schichten zeigten sich nun folgende Feuchtigkeitsverhältnisse, denen die gleichzeitigen am Erdboden hinzugefügt sind.

Tab. VIII.

Schicht	Höhen	Feuchtigkeit oben		Feuchtigkeit unten		Dampfdruck berechnet nach der Hann'schen Formel
		absolute Mittel (Extreme)	relative Mittel (Extreme)	absolute	relative	
I.	1112 (931–1346)	0.41 (0.57; 0.29)	10 (12; 4)	4.4	77	2.97
II.	1552 (1404–1709)	0.04 (0.14; 0.00)	1 (3; 0)	4.4	70	2.54
III.	2084 (1751–2407)	0.54 (0.68; 0.40)	18 (22; 11)	4.3	64	2.06
IV.	2860 (2463–3222)	0.38 (0.50; 0.32)	18 (25; 13)	4.0	60	1.45
V.	3830 (3440–4276)	0.26 (0.37; 0.16)	19 (30; 10)	4.1	64	1.06

An der Erdoberfläche beträgt der Dunstdruck etwas über 4 mm, die relative Feuchtigkeit 77 bis 60%. In den untersten Luftschichten wird

wenigstens in den ersten Stunden der Fahrt der Dunstdruck sich langsam verringert, die relative Feuchtigkeit sich vergrössert haben, denn wie oben berichtet, kommt es in 480 bis 620 m Höhe zur Wolkenbildung. Darüber mag denn wohl plötzliche Abnahme eingetreten sein, denn in 931 m hat man bereits nur 0.57 mm Dunstdruck und 12% Dunstsättigung. Weiter nach oben hält die Abnahme an, bei Schicht I sind die entsprechenden Zahlen 0.41 und 10, bei Schicht II sogar nur 0.04 und 1. In dieser so trockenen Schicht erreicht die Feuchtigkeit zwischen etwa 1500 und 1700 m den Nullpunkt. Darüber hinaus nimmt sie wieder fast plötzlich einen relativ hohen Werth an, Schicht III hat im Mittel 0.54 und 18%. Nun erst (Schicht IV und V) tritt unter Constanz der relativen Feuchtigkeit gleichmässige Abnahme des Dunstdrucks ein bis auf 0.26 mm.

Vergleicht man die verticale Vertheilung des absoluten Feuchtigkeitsgehaltes mit derjenigen der Temperaturabnahme, (Tab. VI) so sieht man, dass grösserer Feuchtigkeit stärkere Temperaturabnahme und umgekehrt entspricht. Insbesondere fällt die grosse Trockenheit in Schicht II mit geringer Temperaturabnahme bezw. Temperaturumkehr zusammen, desgleichen die Stelle der relativ grössten Feuchtigkeit in der ganzen hier betrachteten Luftsäule (Schicht III) mit der Gegend der stärksten Temperaturabnahme. Dagegen scheint die oberste Schicht (V) nicht in allen Theilen sich dieser Gesetzmässigkeit einzufügen.

Im grossen Durchschnitt erfolgt gemäss des bisherigen Beobachtungsmaterials die Abnahme der absoluten Feuchtigkeit mit der Höhe nach der von Hann aufgestellten Formel $e = e_0 . 10^{-\frac{h}{6500}}$. Nach den Feuchtigkeitsverhältnissen am Erdboden würde sich somit in den einzelnen Schichten die der obigen Zusammenstellung hinzugefügten Werthe ergeben. Dieselben sind in Schicht I 7 mal, in Schicht II 50 mal, in allen übrigen Schichten 4 mal so gross als die thatsächlich beobachteten. Hierin tritt nicht nur wiederum die grosse Trockenheit im Allgemeinen, sondern auch der specielle Charakter der einzelnen Schichten hervor. Die drei obersten Schichten verhalten sich somit ziemlich gleichartig gegen die Norm, d. h. anders ausgedrückt, legt man bei der Hann'schen Formel als unterste Schicht die IIIte zu Grunde, dann ergeben sich in der IV. und Vten Werthe, welche genau dieser Formel entsprechen. Diese 3 Schichten zeigen also gewissermassen eine normale Abnahme der Feuchtigkeit, die wohl auch für die noch höheren Schichten anzunehmen sein wird.

Betrachtet man die verticale Vertheilung der Feuchtigkeit nach dem Wassergehalte (gr) in der Masseneinheit (kg) Luft d. i. nach der specifischen Feuchtigkeit, so erhält man für die fünf Schichten folgende Werthe:

I	0.38	IV	0.44
II	0.04	V	0.84
III	0.57		

während ihr Betrag an der Erdoberfläche = 3.5 gr. per kg. ist. Sowohl im ungestört aufsteigenden wie absteigenden Luftstrome müsste an der Erdoberfläche und in den fünf Schichten genau derselbe Betrag vorhanden sein, wenn nicht Condensationen eingetreten sind. Nun fand zwar bei etwa 500 m Wolkenbildung statt, aber von so geringer Mächtigkeit, dass dadurch höchstens 0.2 gr Wasser auf 1 kg Luft zur Ausscheidung gelangen konnten. Die Verminderung nach oben, bezw. die Vergrösserung nach unten und die Veränderungen von Schicht zu Schicht müssen somit entweder besonderen Mischungen des auf- und absteigenden Luftstromes oder heterogenen horizontalen Strömungen zugeschrieben werden. Mischungen würden, wie in ähnlicher Weise bereits früher vom Verfasser[1]) in einem praktischen Falle gezeigt wurde, die verschiedene Grösse der specifischen Feuchtigkeit in den einzelnen Schichten unschwer zu erklären vermögen, wenn nicht zwischen alle die abnorm trockene Schicht II eingelagert wäre, die nicht unmittelbar von oben und noch weniger von unten, sondern seitwärts herbeigeführte Luft enthalten muss. Wie ist aber eine solche Discontinuitätschicht bei dem so gleichmässigen Verlaufe der Isobaren entstanden zu denken? Staut sich vielleicht die im centralen Theile der Anticyclone aus grösseren, trockeneren Höhen am kräftigsten abwärts strömende Luft an der unteren relativ kalten Schicht und fliesst relativ warm über der letzteren seitlich ab, indem sie die von anderen Theilen der Anticyclone aus geringeren, weniger trockenen Höhen schwächer abwärtssteigende Luft gewissermassen verdrängt? Die geringe Temperaturabnahme bezw. -zunahme von jener unteren zu dieser trockenen Schicht und die grössere Temperaturabnahme von der letzteren zu den darüberlagernden Schichten würde damit im Einklange sein. — Doch mag es mit diesem Erklärungsversuche genug und die Thatsache nur noch einmal hervorgehoben sein, dass in einer Anticyclone die verticale Vertheilung der Feuchtigkeit, sowie der Temperaturabnahme trotz der Abwesenheit von Wolken ganz unregelmässig von Schicht zu Schicht schwankend gefunden wurde. Jedenfalls aber zeigen die Betrachtungen, wie wichtig es ist, sowohl die potentiellen Temperaturen als auch besonders die Werthe der specifischen Feuchtigkeit zu berechnen, und wie sehr v. Bezold im Rechte war, wenn er die Bedeutung dieser beiden Grössen hervorgehoben hat.

Wind.

Leider können bei diesem Elemente nicht in gleicher Weise wie oben Details geboten werden, da die Generalstabskarten, in welche die einzelnen Punkte der Fahrt, üblicher Weise durch die Buchstaben des Alphabets bezeichnet, eingetragen worden waren, bei einer späteren Fahrt verloren gegangen sind. Es konnten daher nur die im Journal über den Ort des Ballons gemachten Bemerkungen Verwendung finden, und davon mussten

[1]) Meteor. Ergebnisse der Fahrt des „Herder" vom 23. Juni 1888. Dies. Zeitschrift. Jahrg. 1890. S. 119 u. 120.

noch einige ausgeschlossen werden, da sie für eine genauere Verwerthung zu allgemein gehalten waren[1]). Für den letzten Theil der Fahrt kamen als Hilfe Telegramme von den Garnisonorten Stettin, Stargard und Naugard hinzu. Seine Majestät der Kaiser hatte nämlich vom Ballonplatze weg den Garnisonen den Befehl zukommen lassen, nach dem Ballon auszuschauen und telegraphisch zu berichten, und diese Telegramme wurden allergnädigst für wissenschaftliche Verwerthung zur Verfügung gestellt.

Die Fahrtlinie selbst ist nun zwar genau genug gegeben, die Zeit jedoch, zu welcher sich der Ballon über den einzelnen Punkten befand, nur in wenigen Fällen sicher bekannt. Aus diesen ergiebt sich nun folgendes Tableau.

Tab. IX.

Ballonort	Zeit	Zwischenzeit	Entfernung	Geschwindigkeit m. p. s.	Richtung aus	Höhenstufe m	Mittlere Höhe [4]) m
Charlottenburg . .	10 h 24 m						
		89 m	39 km	7.3	SSW[2])	35—1300	950
Liebenwalde . . .	11 53						
		107	42	6.6	SSW[3])	1300—2800	2000
Gerswalde	1 40						
		13	8	10.3	WSW	2800—3100	2950
Uckersee.	1 53						
		67	49	12.2	WSW	3100—4200	3650
Oder (südl. Stettin)	3 0						
		60	46	12.8	WSW	4200—2900	3900
Südl. Naugard . .	4 0						
		40	19	7.9	SSW	2900—40	1400
Wussow	4 40						

Während an der Erdoberfläche für die Dauer der Fahrt schwache und somit örtlich leicht modificirte Winde meist aus S und SW herrschen, schlägt der Ballon zunächst einen rein nördlichen Curs ein, um sodann langsam in nordnordöstliche Richtung überzugehen. Er schmiegt sich damit dem Verlaufe der Isobaren an. Etwa von 2000 m an tritt eine kräftigere Rechtsschwenkung ein, der Ballon zieht nach ENE, und weiter hinauf, etwa von 3000 m an, ist seine Bahn noch mehr nach E gerichtet. Hierbei schneidet er schon die Isobaren unter einem spitzen Winkel nach Innen zu, wodurch für diese Höhen ein Einströmen der Luft nach der Gegend des höchsten Luftdrucks angedeutet wird. Beim Abwärtssteigen d. h. in den niedrigeren Schichten dreht er wieder nach NNE zurück. Die bis etwa 4000 m durch die Ballonbahn angedeutete Drehung der Luftbewegung nach dem Innern der Anticyclone zu hat sich weiter hinauf fortgesetzt, denn die im Ballon zuerst als Cist, dann als falsche Cirren bezeichneten oberen, etwa

[1]) In der beigegebenen von Herrn Gross vor längerer Zeit gezeichneten Fahrtdarstellung (Tafel I) sind versehentlich die am Fusse der Fahrtcurve eingetragenen Orte der Zeit nach nicht genau an die richtige Stelle gesetzt.

[2]) SSW bedeutet, dass die Richtung näher an S als an SW liegt. [3]) Zwischen Liebenwalde und Gerswalde tritt die kräftigste Rechtsschwenkung ein, daher schon vor Gerswalde WSW-Richtung. [4]) mit Rücksicht auf die Gestalt der Fahrtcurve.

6000 m hohen Wolken — von den Beobachtern unten verschieden Ci, Cist, falsche Ci, Altostr, Altocu genannt — kamen nach deren übereinstimmenden Angaben aus NW bis N. Mit zunehmender Höhe drehte somit der Wind allmählich von S über W nach N, und in seiner Richtung scheint also keine Discontinuität bemerkbar zu sein, wenn man nicht die starke Rechtsschwenkung zwischen $1^1/_4$ und $1^1/_2$p so bezeichnen will.

Die Windgeschwindigkeit, am Erdboden etwa 4 m. p. s. betragend, steigt zunächst bis auf 1300 m im Mittel auf 7.3 m. p. s. an, um dann zwischen 1300 und 2800 m wieder eine Abnahme zu zeigen. Es ist recht zu bedauern, dass nicht die den einzelnen Höhen dieser Schicht entsprechenden Geschwindigkeiten ermittelt werden konnten, denn sie enthält jene oben mit II und III bezeichneten Schichten, und die Beziehung zu ihnen wäre sehr wichtig gewesen. Immerhin verdient hervorgehoben zu werden, dass jene überaus trockene Schicht mit langsamerer Temperaturabnahme auch durch langsamere Bewegung sich auszeichnet. Weiter hinauf wächst die Geschwindigkeit wieder an und übersteigt bald die schon vorher erreichte. Das Maximum ca. 13 m. p. s. fällt mit der grössten Höhenstufe (ca. 4000 m) zusammen. Beim Abstiege zeigen die unteren Schichten naturgemäss wieder geringere Geschwindigkeiten.

Eine Ergänzung der Beobachtungen des „Humboldt“ bot das von den Pilotballons gelieferte Material. Dasselbe ist verhältnissmässig recht reichhaltig, da von den aufgelassenen Ballons 12 wiedergefunden wurden, meist sogar sogleich bei der Landung, und da die Finder die auf den beigegebenen Postkarten über Ort und Zeit der Landung gestellten Fragen bereitwilligst beantwortet hatten. Dadurch wurde es möglich, folgende Zusammenstellung zu erhalten.

Tab. X.
Pilotballons am 1. III. 1893, aufgelassen von Charlottenburg.

Pilot Nr.	Fundort	Entfernung von Charlottenburg	Zeit der Auffahrt	Zeit der Landung	Fahrtdauer	mittlere Geschwindigk. m. p. s.	Resultirende Richtung von
		km			m		
1	Stralau	12	6 h 45 m	7 h 40 m	55	3.6	WNW
2	Schönfelde bei Müncheberg .	50	7 26	(10)	(154)	(5.4)	WNW
3	Wildenhagen bei Reppen . .	114	8 15	11 15 .	180	10.6	WNW
4	Reichenwalde bei Sandow .	110	9 12	($12^1/_4$)	(153)	(12.0)	WNW
5	Alt-Friedland bei Neu-Trebbin	60	10 30	?	?	?	WSW
6	Neu-Bleyen bei Küstrin . .	90	10 32	1	148	(10.1)	W
7	Nördlich von Schönwalde . .	22	10 37?	?	?	?	SSW
8	Kienitz	77	10 38	$1^1/_2$	(172)	(7.4)	WSW
9	Calenzig bei Neumühl . . .	83	10 39	$1^1/_4$	(156)	(8.9)	WSW
10	Lagow	137	10 55	$1^1/_2$	155	(14.7)	WNW
11	Bei Zielenzig	125	10 57	$2^1/_2$	213	9.8	WNW
12	Wilmersdorf bei Bernau . .	29	10 59	12 5	66	7.3	SW

Bei Beurtheilung der hieraus gewonnenen Daten über Geschwindigkeit und Richtung ist man wohl berechtigt, die Annahme zu machen, dass kurze Entfernungen auf einen nur in den unteren Schichten zurückgelegten Weg deuten, dass dagegen grosse Entfernungen ein Empordringen des Piloten in höhere Schichten und längeres Verweilen in denselben verrathen. Unter dieser Annahme ergiebt sich für die unteren Schichten früh 7 Uhr WNW-Wind mit 4—5 m. p. s. Geschwindigkeit, und später zur Zeit der Fahrt des „Humboldt“ SSW- bis SW-Wind mit 7 m. p. s Geschwindigkeit; die oberen Schichten kamen vorwiegend aus WNW mit einer Geschwindigkeit von durchschnittlich 12 m. p. s.; die mittleren endlich hatten W bis WSW-Wind mit etwa 9 m. p. s. Geschwindigkeit. Die vorher besprochenen Windverhältnisse in den verschiedenen Höhen der Atmosphäre werden somit bestätigt. Freilich sind hierdurch eben nur durchschnittliche Zustände und selbst diese in gewissem Sinne nur hypothetisch gegeben. Einen viel genaueren Einblick in die Bewegungserscheinungen der Atmosphäre würde man erhalten haben, wenn man den Weg einiger Piloten durch mikrometrische oder trigonometrische Beobachtungen festgelegt hätte. Dass dies nicht geschehen, ist unstreitig ein Mangel, der gerade bei dieser Fahrt recht fühlbar ist.

Bewölkung und Sonnenschein.

Um eine gedrängtere Uebersicht auch über die Bewölkungsverhältnisse zu haben, mögen die betreffenden Werthe aus Tabelle II für dieselben Schichten zusammengefasst werden, die bereits bei Temperatur und Feuchtigkeit zu Grunde gelegt waren; da dieselben zeitlich aufeinanderfolgen, wird dadurch auch der zeitliche Verlauf in grossen Zügen charakterisirt.

Tabelle XI.

	Zeit	Bewölkung oben		Bewölkung unten	Sonnenschein	Schwarzkugel-Thermometer
I	10^{51} — 11^{58}	1^0		8—10 Cust	$\odot^2$	24^0 bis 35^0
II	12^3 — 12^{54}	2 bis 6	Cist.	6—3 Cust. u. St.	$\odot^2$ bis $\odot^0$	?
III	1^4 — 1^{16}	6	bis	3 St.	$\odot^0$ bis $\odot^1$	?
IV	1^{19} — 2^5	5 bis 4	Altost.	5 St. i. E, Cu i. W.	$\odot^1$	15 bis 14
V	2^8 — 3^{47}	4^2		5—2 St.	$\odot^1$	13 bis 11

Nachdem die Wolken in 600 m Höhe passirt waren, erschien der Himmel fast völlig klar, dünne Cist. bedeckten kaum den zehnten Theil desselben. Das unter dem Ballon befindliche Gewölk (Cust.) dagegen verhüllte die Erde bald ganz; etwas vor 12 Uhr begann es sich zu lockern und stellenweise aufzulösen; bald war das Gelände nur zur Hälfte bedeckt, insbesondere nur der westliche Theil, während es im Osten ganz klar wurde. Die Aufhellung hielt bis etwa $1^1/_4{}^p$ an, wo das untere Gewölk etwa ein Viertel des Gesichtsfeldes ausmachte. Von da an fand wieder Zunahme bis zur Hälfte statt, indem im Osten Str. hinzukamen. Gleichzeitig wurde es

unten allgemein dunstig und blieb es so bis zum Schlusse der Fahrt. Inzwischen ging die Bewölkung unten, nun aus Str. mit vereinzelt eingestreuten Cu bestehend, wieder auf ein Viertel des Gesichtsfeldes zurück.

Die als Cist. angesprochenen Wolken über dem Ballon vergrösserten sich von etwa 12 Uhr an schnell, sie bedeckten bald den halben Himmel. Gleichzeitig hatten sie ein massigeres Aussehen angenommen, so dass die Sonne, zwischen 12 und 1 Uhr, nur ganz schwach durchscheinen konnte, während vorher die Strahlung sehr kräftig war (Schwarzkugelthermometer 35° bei — 6° Lufttemperatur). Während die Grösse der oberen Bewölkung weiterhin bis zum Schlusse der Fahrt nur wenig Schwankungen zeigte, wurde die Dichte immer grösser, in der grössten Höhe des Ballons boten sie ein derbes, verfilztes Aussehen und eine bereits ins Graue spielende Färbung, so dass von ihrem früheren cirrösen Character nichts mehr zu erkennen war. Es ist wohl ausgeschlossen, dass diese Veränderungen etwa durch die Annäherung des Ballons an jene Wolken hervorgerufen d. h. etwa nur scheinbar waren, vielmehr wird die Annahme richtiger sein, dass diese Structuränderung mit dem Heranrücken der Depression zusammenhängt, die ja schon in der Nacht darauf Regen brachte. Beobachtungen an der Erdoberfläche über diese Aenderungen fehlen.

Zum Schlusse sei auf das eigenthümliche Zusammentreffen hingewiesen, dass die zwischen 12 und 1 Uhr erfolgende schnelle Abnahme des unteren und rasche Zunahme des oberen Gewölkes von derjenigen Schicht aus beobachtet worden ist, welche sich durch langsame Temperaturabnahme, grosse Trockenheit und verringerte horizontale Geschwindigkeit als ausgezeichnet erwiesen hatte.

Kleinere Mittheilungen.

Wellner's weitere Luftschrauben-Versuche. Herr Prof. Wellner hat seiner Arbeit über Luftschrauben noch eine Ergänzung in der Zeitschrift des Oesterr. Ing.- und Arch.-Vereins vom 23. Nov. d. J. folgen lassen, welche den Einfluss der Neigung der Schrägflächen im Schraubenrade ersichtlich machen. Das Schlussergebniss dieser Versuche, welche mit einer zweiflügligen, aus schwach gewölbten Flächen gebildeten Schraube angestellt wurden, geht aus nachfolgender Tabelle (S. 335) hervor.

Der Minimal-Arbeitsbedarf zum Heben von 1 kg durch eine Luftschraube stellt sich ein, wenn die Flügel unter 10° geneigt stehen und in ihrem Schwerpunkte mit 5 m Geschwindigkeit rotiren, und zwar beträgt derselbe nach Abzug der Leergangsarbeit 2,02 kgm. Die hierfür erforderliche Fläche würde pro □ m mit 2,05 kg belastet werden. Hiernach würde ein 80 kg schwerer Mensch mit 30 kg schweren Luftschrauben und 50 kg schwerem Motor, also bei einem Gesammtgewicht von 160 kg etwa 80 □ m Schraubenfläche bedürfen und netto etwa 320 kgm, d. h. brutto mindestens 6 HP verbrauchen. Es ist dies offenbar kein günstiges Verhältniss, wobei noch fraglich bleibt, ob man die 80 □ m Schraubenfläche mit der 6 HP starken Maschine mit einem Gesammtgewicht von 80 kg herstellen kann.

Fläche = 0,1123 m²; Trägheitsradius ρ = 0,315 m;
Umfangsgeschwindigkeit $v = 2 \pi \rho \, . \, n/60$

Neigungswinkel der Fläche α =	$\frac{K}{F}$ = Axialkraft (Hebekraft) in kg, erzeugt durch 1 m² Flügelfläche. Für eine Geschwindigkeit in Metern v =				$\frac{E}{K}$ = Arbeitsbedarf Netto in Secundenkilogrammeter für je 1 kg Axialkraft. Bei einer Geschwindigkeit in Metern v =			
	5	10	15	20	5	10	15	20
5°	0,40	0,98	1,63	2,70	5.00	5,56	6,25	6,60
10°	0,90	2,05	4,78	6,66	2.02	2,42	3,75	4,70
15°	1,07	2,80	5,68	—	2,20	3,28	5,10	—
20°	1,16	3,07	6,94	—	2,30	3,77	5,51	—
25°	1,33	4,67	—	—	3;50	5,80	—	—
30°	1,65	6,01	—	—	4,87	7,26	—	—

Vielleicht wäre es rathsamer, eine Rotationsgeschwindigkeit von 10 m bei 5° Flächenneigung zu nehmen, wodurch die übergrossen Schraubenflächen vermieden würden. Dieselben würden dann in dem gegebenen Falle nur $\frac{160}{4,78}$ = 33 □ m gross; aber die Arbeitsleistung würde sich um das Verhältniss $\frac{242}{202}$, also um mehr als eine Pferdekraft erhöhen.

Es ist wahrscheinlich, dass, wenn man zu den Versuchen Luftschrauben in noch weit grösseren Dimensionen ausführt, wie Herr Wellner es that, man noch etwas günstigere Verhältnisse erhält, weil die Wirbelbildung weniger störend wirkt. Immerhin aber liefe die Möglichkeit, mit Schrauben sich in die Luft zu erheben, darauf hinaus, einen äusserst leichten Apparat zum Tragen eines Menschen mit 5—6 HP zu versehen. Das Princip des Vogelfluges stellt sich hierin wesentlich vortheilhafter, weil bei einer Tragefläche von nur 14 □ m, wie ich an der Hand von praktischen Fliegeversuchen Seite 270 des vorigen Jahrganges dieser Zeitschrift nachweisen konnte, nur 2 HP erforderlich sind, um den Horizontalflug zu ermöglichen. Bei dem letzten Princip ist allerding seine grosse Vorwärtsgeschwindigkeit die Hauptbedingung, und die anzustellenden Versuche sind deshalb nicht nur schwierig, sondern auch gefährlich, während das mehr Kraft erfordernde Schraubenprincip die gefahrlose senkrechte Erhebung in die Luft ermöglichen könnte.

In der oben genannten Zeitschrift vom 30. November knüpft Herr Anton Jarolimek einige Betrachtungen an die Wellner'schen Schraubenversuche. Derselbe vergleicht die von Wellner gefundenen Ergebnisse mit den unter Zugrundelegung Lössl'scher Formeln gemachten Berechnungen und kommt zu der Annahme, dass erheblich günstigere Resultate sich einstellen müssten, wenn die Schraubenflügel nicht wie Wellner vorschlägt, gewölbte, sondern im Querschnitte eben wären, und wenn dann bei äusserst geringen Neigungswinkeln viel grössere Umfangsgeschwindigkeiten wie bei Wellner's Versuchen angewendet würden.

Es scheint von vornherein etwas gewagt, die an langarmigen Rotationsapparaten gewonnenen oder theoretisch entwickelten Widerstandswerthe geneigter Flächen zur Berechnung des Effectes schnell rotirender Schrauben anzuwenden. Bei so kleinen Neigungswinkeln ebener Flächen stellt sich aber in der Fundamentalannahme des Herrn Jarolimek, dass der Luftwiderstund senkrecht zur Fläche steht,

schon ein erheblicher Fehler ein. Der Realfall beginnt hier erheblich von dem Idealfall abzuweichen. Der Hauptwerth der Wellner'schen Arbeit liegt ja aber gerade darin, dass es sich bei ihr nicht um theoretische Entwickelnngen, sondern um reelle Ergebnisse handelt, wo alle diejenigen Factoren, welche sich der Rechnung entziehen, wie die Luftreibung, der Stirnwiderstand, die gegenseitige Störung der Flächen ihre Berücksichtigung finden. Nichtsdestoweniger wäre es lehrreich, wenn diese praktischen Schraubenversuche noch ihre Fortsetzung fänden, wenn namentlich gleichzeitig leichte Constructionen dabei zur Anwendung kämen, um gleich directe Werthbestimmungen für die Flugtechnik machen zu können.

Zum Schluss sei noch darauf hingewiesen, dass in einem Vortrage bei der letzten Vereins Sitzung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt Herr Oetling-Leipzig nachwies, dass bei zunehmender Umdrehungsgeschwindigkeit von aërodynamischen Hebeapparaten der Nutzeffect sich vermindert, was mit den Ergebnissen der Wellner'schen Versuche im Einklang zu stehen scheint und auch durch die mit zunehmender Geschwindigkeit sich vermehrende störende Wirbelbildung sich erklärt.

Otto Lilienthal.

Praktische Versuche mit dem Wellner'schen Segelflugrade. In der Novembersitzung des Oesterreichischen Ing.-Vereins sprach Verfasser Wellner selbst über die Versuche mit seinem Segelflugrade. Uns wird darüber Folgendes berichtet.

Der grosse Saal war bis zum letzten Platz gefüllt; die gesammte technische Intelligenz Wiens mit grossem Zuzug aus den Provinzen war gegenwärtig. Ein Beweis, welchen Umfang das Interesse an dem Flugproblem in kurzer Zeit gewonnen hat.

Wellner schilderte im Detail, welche Schwierigkeiten sich bei der Vornahme der Versuche ergaben, und gab die Ursachen an, die es verhinderten, dass dieselben dermalen noch nicht vollständig abgeschlossen werden konnten.

Mit dem grossen, im Hofraume der Allgem. Elektricitätsgesellschaft (Siemens & Halske) aufmontirten Rade, konnten mit dem zur Verfügung stehenden Motor nur 80 (statt 120) Umdrehungen per Minute erzielt werden und muss nunmehr statt des Elektromotors eine Dampf-Locomobile angewendet werden, womit zweifellos die Geschwindigkeit von 120 Umdrehungen leicht zu erzielen sein wird, da die geringen Constructionsmängel, welche sich ergaben, leicht zu beseitigen sind. Die Hebekraft, welche mit 80 Umdrehungen erzielt wurde, entspricht genau der von Wellner vorausgesagten Grösse, sodass man heute schon mit Bestimmtheit behaupten kann, dass seine Theorie mit dem praktisch erzielten Resultate harmonire. Wellner kann dies um so sicherer behaupten, als mit einem kleineren, aus 2 Rädern mit je 4 Segelflächen bestehenden Apparate eine weit grössere Umdrehungsgeschwindigkeit, als sie beim grossen Segelrade begehrt wird, leicht zu erzielen war und dieser kleine Apparat, dessen Gerüststützen auch schraubenförmig geformt waren, den noch ausständigen Beweis erbrachte, dass durch das Segelrad Hebung und Vorwärtsbewegung zu erzielen sei.

Zugleich mit den Segelradversuchen wurden auch Versuche mit verschieden geformten und unter verschiedenen Winkeln eingestellte Schrauben angestellt.

Die diesbezüglichen Ergebnisse sind bereits in der Ing.-Zeitung publicirt. Vergleicht man die durch die Schrauben erzielten Ergebnisse mit jenen des Segelrades, so stellt sich wieder heraus, dass die Segelräder, wie es vorausgesagt wurde, einen grösseren Nutzeffect als Schrauben liefern.

Es sei also der Nachweis erbracht, dass sowohl Segelräder als auch Schrauben für Flugmaschinen benutzt werden können.

Die grosse noch übrig bleibende Frage, ob die mit Schrauben und Segelrädern erweckbaren Hebekräfte (23—30 kg per Pferdekraft) genügen, um ohne Ballon zu

fliegen, hänge davon ab, ob ein Motor vorhanden ist, welcher bei geringem Gewicht eine grosse Hebekraft erregen kann.

Wellner meint, dass dies wirklich der Fall wäre. Verschiedene Benzin- und Dampfmotoren, unter den letzteren besonders jene de Saval's und Maxim's eignen sich ganz vorzüglich hierzu; das Hauptgebrechen, an welchem Maxim's Motor heute noch krankt, sei der grosse Wasserbedarf. Maxim will, um mit einem Wasservorrath von 100 kg für unbegrenzte Dauer auszulangen, auf seiner Drachenfläche (wahrscheinlich durch ein auf derselben gelagertes Röhrennetz) einen Oberflächencondensator anbringen, der das verbrauchte Wasser wieder zurückführt.

Wellner schliesst unter lautem Beifall, der auch verdient war, denn alle seine Ausführungen waren durchwegs in streng wissenschaftliche Formen gekleidet und doch verständlich vorgebracht. —

Eine öffentliche Discussion fand der vorgerückten Zeit halber nicht statt. P.

Amerikanischer Vorschlag zur Verwendung von Luft-Torpedos. Im „Scientific American" (1894. Oct. 20.) findet sich ein weitausschauender Vorschlag, wie man ihm wohl in anderen als wissenschaftlichen Blättern zu begegnen gewohnt ist.

Auf Grund einiger allerdings fast ausschliesslich auf die Dimensionen und das Gewicht bezügl. Zahlen construirt der „Erfinder" J. Franklin Cameron in Brooklyn ein selbstredend lenkbares Luft-Torpedoboot, das er besonders zur Küsten-Vertheidigung verwenden will. Er ist der Ansicht, dass sich die Vereinigten Staaten für den Preis eines einzigen Kreuzers eine grosse Flotte von solchen Luft-Torpedobooten bauen könne, die ganz bequem in der Lage wäre, sämmtliche Schiffe der Erde bei einem etwaigen Angriffe auf die Küsten der Vereinigten Staaten durch hinuntergeschleuderte Dynamitbomben zu zerschmettern. Städte, Festungen und Schiffe würden völlig vertheidigungslos gegen solche „Kriegs-Aërostaten" sein — das Einzige, was für die Kriegswissenschaft noch übrig bliebe, wäre die offene See- und Feldschlacht. Aber vielleicht könnten diese furchtbaren Torpedoboote sogar bewirken, — nach Meinung des Erfinders — dass überhaupt jeder Krieg aus der Welt geschafft würde!

Ein weiterer Schritt, der sich durch die Construction dieses Luftschiffes von selbst ergiebt, wäre der, die Erde zu umfliegen, einmal in der Richtung des Äquators, das andere Mal über die Pole!

Wenn der Erfinder auch sehr eingehende Zahlen-Angaben über die Grössen-Verhältnisse und Ausrüstung seines Luft-Torpedos gemacht hat, so ist doch nur zu bedauern, dass er jeglichen Beweis für die Durchführbarkeit seines Vorschlags schuldig geblieben ist. —

Lüdeling.

Litterarische Besprechungen.

L'Aérophile. 1894. No. 3 enthält folgende Artikel.

Ernest Archdeacon: Die Fahrt des „Arago." — Fortsetzung der Schilderung der letzten Fahrt dieses Ballons, welche mit dem Untergange desselben und der kühnen Luftschiffer im Kanal La Manche endete.

Raoul Delarue: Der Verkauf der Ueberreste des „Zenith". — Zenith ist bekanntlich der Ballon, in welchem Tissandier, Sivel und Crocé Spinelli im Jahre 1875 eine Hochfahrt ausführten, bei welcher letztere beide ums Leben kamen. Das „Conservatoire des Arts et Métiers" welche diese stummen Zeugen einer kühnen und unglücklich verlaufenen Fahrt in seinem Museum aufbewahrte, hat zur Räumung seiner umfangreichen Sammlungen dieselben unter den Hammer gebracht und für 49 Frs. verkauft.

Emmanuel Aimé: Aëronautische Rundschau. Die lenkbaren Ballons. — Verfasser geisselt die immerfort auftretenden neuen Gerüchte von einem lenkbaren

Ballon in Chalais-Meudon, die nichts Wahres enthalten. Das Luftschiff von 1884/85 sei, wie Renard selbst zugestehe, nur ein Demonstrations-Apparat gewesen, welcher die Möglichkeit der mechanischen Lenkbarkeit zeigen sollte. Es gebe aber zwei Schulen, die darin rivalisirten, dieses Ziel zu erreichen. Die einen bildeten die Parteigänger des „leichter als Luft", welche darnach strebten, die Lufströmungen auszunutzen. Einer der hervorragendsten Vertreter derselben sei der Franzose Lhoste gewesen. Die andere Schule vereinigte die Partisane des „schwerer als Luft", welche in Deutschland durch Lilienthal vertreten werde.

Korrespondenz: L'Aérophile nimmt hierin Stellung zu einem Briefe, in dem Referent einen schon vor Zeiten in wissenschftlichen Kreisen in Erwägung gezogenen Gedanken, nämlich den einer Gemeinsamkeit in dem Unternehmen wissenschaftlicher Fahrten und einer dahin gehenden internationalen Einigung, von neuem anzuregen versuchte. L'Aérophile erkennt die Nützlichkeit des angeregten Unternehmens voll an, glaubt jedoch, dass es bis zur vollendeten Durchführung noch gute Weile haben dürfte und versucht, um einen Anfang zu machen und den Stein zunächst einmal in's Rollen zu bringen, die Bedingungen zu vereinfachen, indem er vorschlägt, zunächt an möglichst vielen Stationen Europas an demselben Tage und zur selben Stunde Frei- und Pilotballons mit Fragekarten, wie Besançon und Hermite sie herausgegeben haben, aufzulassen. Dazu könnten selbst die bekannten bunten Kautschukballons verwendet werden. Besser wäre es noch, die Piloten mit einem leicht zu construirenden Apparat zu versehen, der in bestimmten Zeitabschnitten die Karten auswerfe, weil man hierdurch den durchflogenen Weg des Piloten ungefähr feststellen könne, vorausgesetzt, dass die Karten bezeichnet werden. Die Redaction will derartige Karten drucken lassen und Exemplare an Alle senden, welche um Anzeige von Tag und Stunde eines solchen Versuchs bitten, sie wird ferner die erlangten Resulate verarbeiten und veröffentlichen.

Wir bemerken hierzu Folgendes. Es steht fest, dass die Nützlichkeit eines solchen Unternehmens nirgends verkannt werden wird und dass der gute Wille zur Durchführung desselben bei allen Luftschiffern und Meteorologen vorhanden ist. Die der Verwirklichung entgegenstehenden Schwirigkeiten liegen darin, dass es nicht leicht ist, die vielen internationalen Köpfe alle unter einen Hut zu bringen, um ein einheitliches Vorgehen zu ermöglichen. Es fehlt an Autorität, jeder möchte der erste sein, jeder die Leitung in der Hand behalten. Ehrgeiz, Selbstsucht, Eifersucht, sie sind es, welche ein gemeinsames Handeln scheinbar unmöglich machen, welche jeden Fortschritt zu hemmen suchen. Der grösste Feind des grossen Unternehmens sind wir also selbst mit unsern grossen Ansprüchen und kleinlichen Bedenken, und es wäre bei Feststellung des guten Willens der Anfang zunächst damit zu machen, dass wir uns selbst besiegen, dass wir nicht nutzlos miteinander rechten, sondern auf einen verständigen Compromiss hinarbeiten. Der Vorschlag des L'Aérophile ist gewiss recht praktisch, aber er nimmt doch die Anregung in ausgesprochener Weise für sich in Anspruch und lässt damit eine Freudigkeit, ein solches Unternehmen auch ausserhalb der Grenzpfähle Frankreichs ins Werk zu setzen, nicht aufkeimen. Es ist dies um so bedauerlicher, als schon die Methode der vorgeschlagenen Forschung an sich, so praktisch wie sie für den Anfang auch sein mag, bei unsern Luftschiffern ihres geringen wissenschaftlichen Charakters wegen schwer Anklang finden wird. Nichtsdestoweniger würden wir wohl nicht die letzten sein, welche einer Aufforderung zu gegenseitiger Unterstützung zur Erforschung des Luftoceans die Hand zu bieten bereit wären. Sicherlich müsste es als eines der Hauptziele eines künftigen internationalen aëronautischen Congresses aufgestellt werden, hierin ein Compromiss der verschiedenen Vereine und Gesellschaften herbeizuführen. Eine

solche That wäre ein bedeutender Erfolg für die Luftschiffahrt und Ehre dem, welchem sie dereinst gelingt. —

Jacques Courty: Zwei Auffahrten an der Küste von Toulon. — Louis Godard machte mit dem Verfasser und 4 Passagieren während der Anwesenheit der russischen Flotte in Toulon in dem Ballon „Admiral Avellan" am 16. und 18. October je eine Auffahrt. Beide Male trafen sie verschiedene Luftströmungen, wie sie durch den See- und Landwind der Küsten bedingt sind. Interessaut ist es zu erfahren, in welcher Höhe der Richtungswechsel vor sich geht. Die erste Fahrt begann Mittags 11 Uhr 20 Min. bei Süd-Süd-West Wind vom Meere her. In 500 m Höhe fand man den Gegenstrom, der zum Meere hinaus führte. Bei der Wendung über dem offenen Meere wurde der Seewind erst in etwa 300 m Höhe wieder angetroffen.

Bei der zweiten Fahrt, die Nachmittags 4 Uhr 10 Min. begann, war die Strömung bis zu einer Höhe von 400 m eine östliche. Bei 600 m wurde der Ballon dagegen südlich dem Meere zugetrieben. In 160 m Höhe wurde über dem Meere die östliche Strömung wiedergefunden, welche den Ballon dem Lande wieder zuführte.

Gabriel Yon. † — Dieser allbekannte Luftschiffer ist am 9. März nach langer schwerer Krankheit gestorben. Geboren zu Paris am 13. Mai 1835, war er zuerst bei den Versuchen Giffards mit einem lenkbaren Ballon im Jahre 1858 in der Aëronautik thätig. Er stieg damals kühn mit Giffard auf und wäre beinah bei seinem ersten aëronautischen Debut umgekommen. Im Jahre 1870/71 baute er Postballons in Paris, 1872 unterstützte er Dupuy de Lôme beim Aufbau seines lenkbaren Luftschiffes, welches er sich später für einen eignen Entwurf zum Muster nahm, der unter dem Titel „Note sur la direction des aérestats" Paris 1880 von ihm veröffentlicht wurde. Im Jahre 1885 construirte er ferner einen militärischen Feldluftschiffertrain, den viele Staaten annahmen. Bei den Fesselballons der Pariser Ausstellungen war er ebenfalls hervorragend betheiligt. Die aëronautische Industrie verliert in ihm ihren bedeutendsten Vertreter, er war ein Förderer der Luftschiffahrt, der Vieles geschaffen hat und im guten Angedenken verbleiben wird. —

Emmanuel Aimé: Trigonometrische Höhenbestimmung von Ballons.

Kleine Mittheilungen: Goldschlägerhautballons — Der neue Pilot „L'Aérophile" von 7 m Durchmesser und 180 cbm Inhalt ist in Arbeit. Lachambre arbeitet ausserdem für den russischen Staat einen Ballon von 8 m Durchmesser und 268 cbm. Inhalt. — Die Stürme und ihre Beziehungen zum Monde. — Verunglückte Fahrt des Ballons Uranus infolge vollkommener Unwissenheit der damit betrauten Personen. — Die See-Ballonübungen werden in Toulon wieder aufgenommen. Schiffslieutenannt Le Goux de Saint Seine, der mit der Leitung des Parkes von Lagoubran betraut worden war, hat seine ersten Vesuche beendigt. Der Marineminister hat die Namen derjenigen Schiffslieutenants verlangt, welche den Luftschifferpark übernehmen möchten. Ein neuer Ballon mit Zubehör soll sofort beschafft werden.

Moedebeck.

Vereinsnachrichten.

Protokoll der 3. (147.) Versammlung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt am 18. Juni 1894.

Vorsitzender: (in Behinderung von Prof. Assmann) Prof. Müllenhof.
Schriftführer: H. Berson.

Nach Erledigung einiger unwesentlichen geschäftlichen Mittheilungen und Anmeldung der Herren: Major a. D. Tappen von der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung

und H. A. von Winterfeldt, Ltnt. der R., zur Mitgliedschaft, ergreift der Vorsitzende das Wort zu dem aus voriger Sitzung erübrigten Vortrage: Neue Beobachtungen und Berechnungen über das Kreisen der Raubvögel, um ungefähr Folgendes auszuführen (vgl. auch den Aufsatz im October-Hefte d. Ztschr.).

Bei der Beobachtung des Fluges ohne Flügelschlag lassen sich vier verschiedene Formen der Bewegung deutlich unterscheiden. — Am häufigsten und von der weitaus grössten Zahl von Thierarten wird das Gleiten angewandt. Bei demselben gewinnt der Vogel durch kräftige Flügelschläge eine bedeutende Geschwindigkeit und nutzt die dadurch erlangte lebendige Kraft aus, indem er grössere oder kleinere Strecken vorwärts schiesst (z. B. Turmschwalbe); oder auch wie Jagdfalken steil emporschiesst. Das Verfahren der Stossvögel, sich aus der Höhe herabzustürzen und, wenn sie ihre Beute verfehlen, vermöge der durch den Sturz erlangten lebendigen Kraft wieder in die Höhe zu steigen, gehört hierher.

Während zum Gleiten kein Wind erforderlich ist, werden beim Schweben, beim Segeln und beim Kreisen Luftströmungen benutzt.

Das Schweben besteht in einem regungslosen Verharren des Thieres über einem Punkte der Erdoberfläche (z. B. Möven an der Küste von Helgoland). Es erklärt sich durch das Abprallen des Windes an den steilen Felswänden.

Ganz genau ebenso wie beim Schweben verhält sich die Möve beim Segeln, d. h. wenn sie dem vom Winde getriebenen Segelschiffe dadurch folgt, dass sie sich durch den vom Segel emporsteigenden Luftstrom tragen lässt. Beim Schweben ebenso wie beim Segeln erhält sich das Thier auf dem aufsteigenden Windstrome in der Gleichgewichtslage, indem es kleine Drehungen des Flügels um die Querrichtung ausführt.

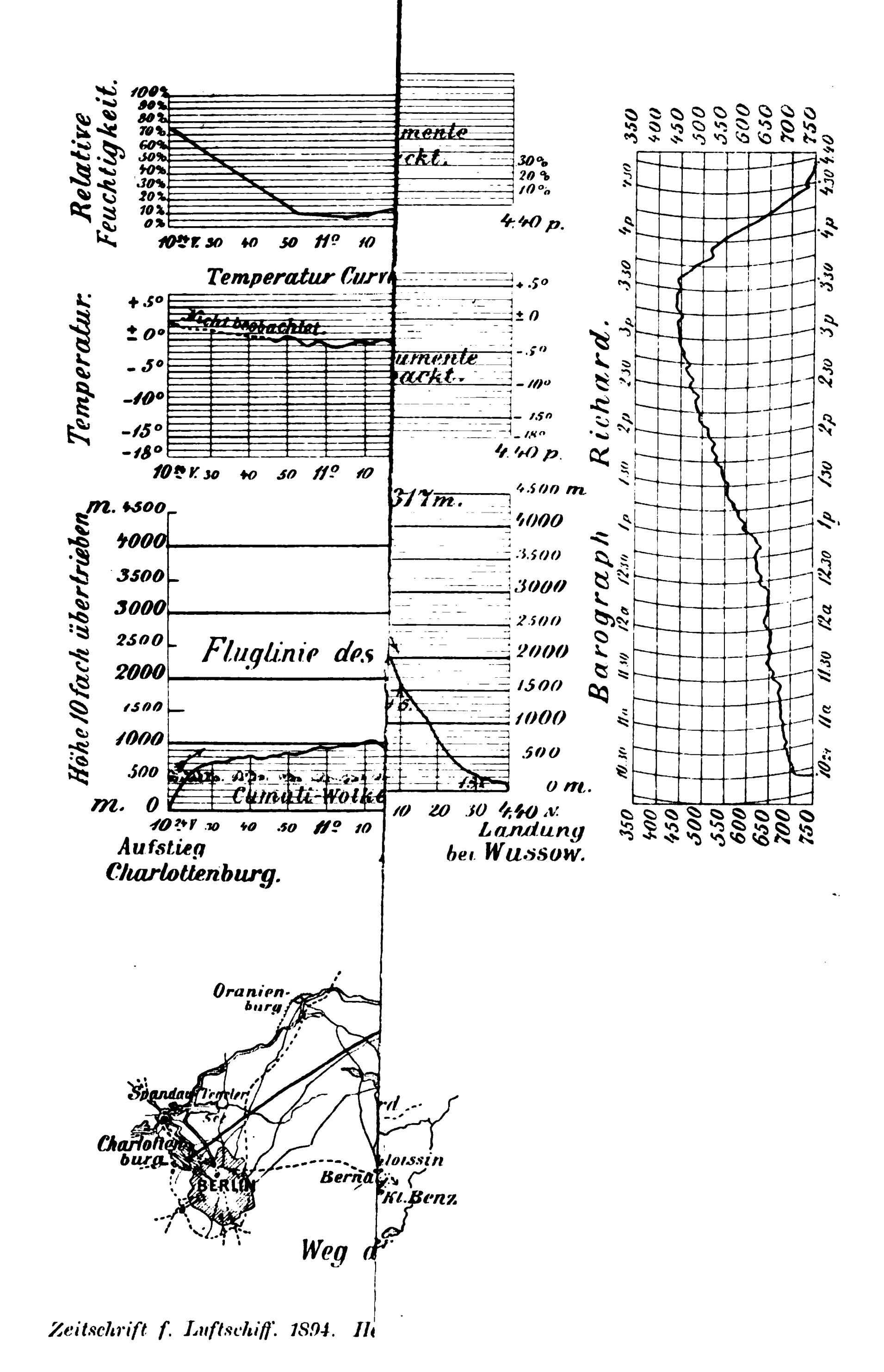
Das Kreisen ist in gleichmässig schnellem, horizontal wehendem Winde ebenso wenig möglich, wie in ruhender Luft. Die Erklärung sucht Lord Raileigh in der mit wachsender Höhe zunehmenden Windgeschwindigkeit; Basté und Langley sehen als wirksame Ursache die Pulsationen des Windes; Otto Lilienthal endlich führt das Kreisen auf schwach ansteigende Luftströme zurück. — Die definitive Entscheidung, welche von diesen drei physikalisch denkbaren Erklärungsarten der Wirklichkeit entspricht, ist nur möglich durch Anwendung der von Marey vorgeschlagenen gleichzeitigen chronophotographischen Beobachtung von mehreren Standpunkten aus.

An der sich anschliessenden lebhaften Discussion nahmen Theil die Herren Zorn, v. Parseval, v. Sigsfeld, Berson u. a. Hr. Zorn machte Einwendungen nach der theoretischen Seite der Frage hin, die anderen Herren erörterten hauptsächlich die Art, wie sich die Vögel beim Kreisen meteorologische Vorgänge in der Atmosphäre, vor allem ganz locale Auflockerungen und und verticale Luftströmungen nutzbar zu machen wissen.

Darauf machte Hr. Berson noch einige Mittheilungen über die von ihm ausgeführte Fahrt des „Falken“ vom 18. Mai, sowie die Fahrt des „Phönix“ vom 9. Juni; siehe darüber das September- u. Octoberheft d. Ztschr. Derselbe theilte auch als interessantes Factum mit, dass ein am 11. April aus dem Korbe des „Phönix“ über Friedrichsruhe an den Fürsten Bismarck herabgesandtes Couvert mit den ehrfurchtsvollen Grüssen der drei Luftschiffer nach Monaten im Walde gefunden worden sei und dass der Fürst durch seinen Privatsecretair unter Beischluss seiner Visitenkarte seinen besten Dank habe aussprechen lassen.

Nach Proclamirung der vorerwähnten zwei Herren zu Mitgliedern wird gegen 3/4 10 Uhr die Sitzung geschlossen.

Berson.



Relative Feuchtigkeit.
Temperatur Curve
Temperatur.
Nicht beobachtet.
Höhe 10fach übertrieben
Fluglinie des
Cumuli-Wolke
Aufstieg Charlottenburg.
Landung bei Wussow.
Barograph Richard.
Oranienburg
Spandau
Charlottenburg
BERLIN
Bernau
Kl. Benz.
Weg d

ldt"

Tafel II.

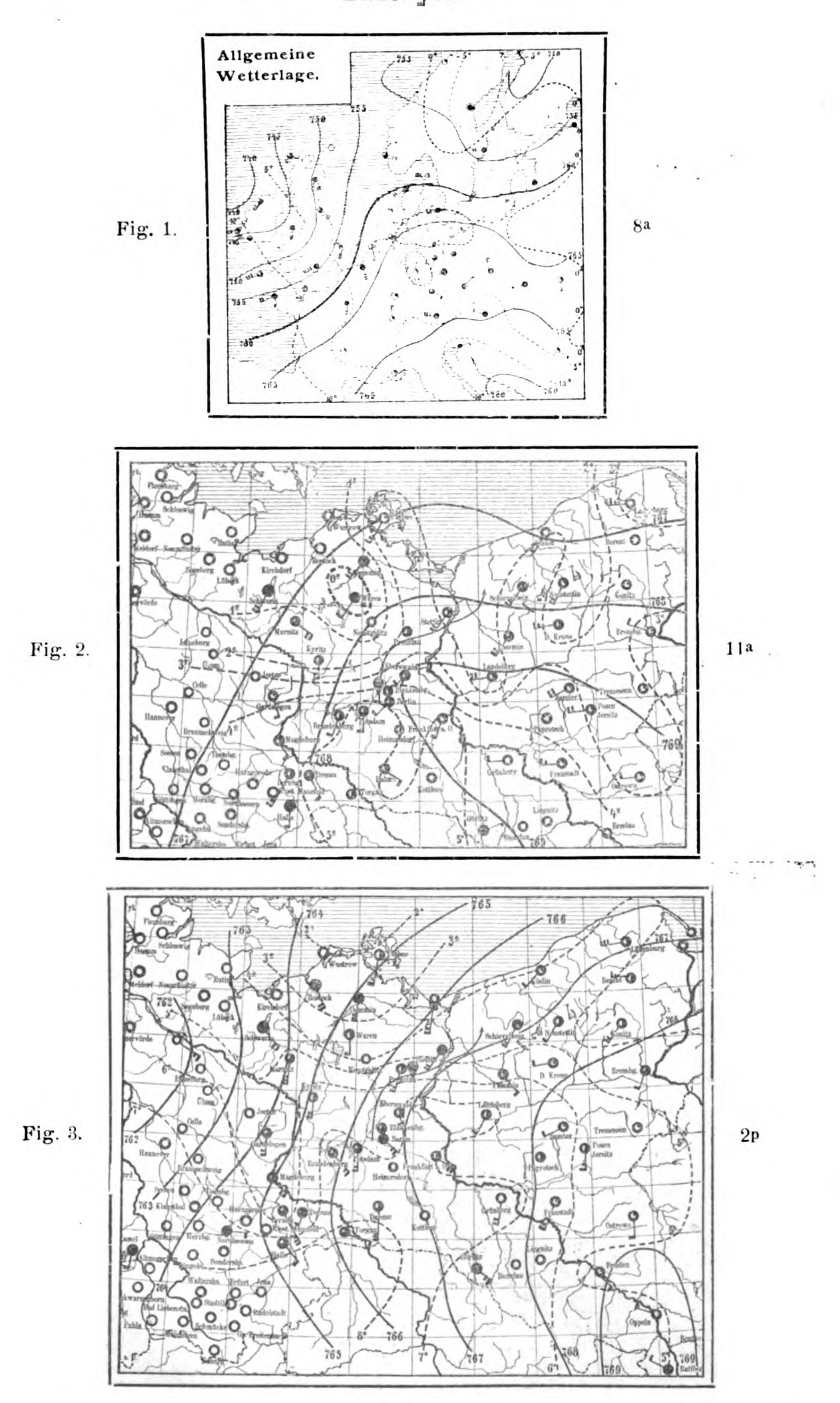


Fig. 1. Allgemeine Wetterlage. 8a

Fig. 2. 11a

Fig. 3. 2p

Witterungsverhältnisse bei der ersten Fahrt des „Humboldt“ am 1. März 1893.



